

A large, detailed photograph of a sloth swimming underwater, viewed from below. The sloth's head is at the bottom left, with its eyes and whiskers visible. Its body extends towards the top right, with its limbs spread out. The water is a murky green color, and there are many small, clear bubbles rising from the sloth's body. The lighting is dramatic, highlighting the texture of the sloth's fur and the clarity of the water.

4b

VMBO - GT
biologie voor jou
HANDBOEK

bvi

MALMBERG

4b VMBO-GT

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-GT

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ROB MELCHERS
LOES OUDSHOORN
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
TOM TAHEY

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS EN ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 4b van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op havo-niveau.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOFFEN

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op havo-niveau (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eindexamen-opgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van Bvj kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bij komen tijdens het schooljaar.

In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan je docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou!*

De auteurs

Inhoud

Thema 4 Voeding en vertering

BASISSTOF	8
1 Voedsel	8
2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen	13
3 Voeding en leefstijl	18
4 Het verteringsstelsel	22
5 De organen voor vertering	24
6 Planteneters, vleeseters en alleseters	29
SAMENVATTING	33
DIAGNOSTISCHE TOETS	37
VERRIJKINGSSTOF	45
1 Brood- en banketbakker	45
2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel	46
3 Vleesvervangende voeding	47
EXAMENTRAINER	50

Thema 5 Gaswisseling

BASISSTOF	54
1 Het ademhalingsstelsel van de mens	54
2 Inademen en uitademen	59
3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen	62
4 Gaswisseling bij dieren	66
SAMENVATTING	69
DIAGNOSTISCHE TOETS	71
VERRIJKINGSSTOF	78
1 Longverpleegkundige	78
2 Practicum: de kieuwen van een vis	79
3 Ademfrequentie	80
EXAMENTRAINER	82

Thema 6

Transport

BASISSTOF 86

- 1 Bloed 86
- 2 De bloedsomloop en het hart 92
- 3 De bloedvaten 98
- 4 Hart- en vaatziekten 102
- 5 Weefselvloeistof en lymfe 106

SAMENVATTING 109

DIAGNOSTISCHE TOETS 113

VERRIJKINGSSTOF 121

- 1 Onderzoek van hart en bloedvaten 121
- 2 Werken met contexten 124
- 3 Practicum: de bouw van een zoogdierhart 125

EXAMENTRAINER 126

Thema 7

Opslag, uitscheiding en bescherming

BASISSTOF 130

- 1 Een constant inwendig milieu 130
- 2 De lever 133
- 3 De nieren 134
- 4 De huid en het onderhuidse bindweefsel 136
- 5 Afweer 139
- 6 Transplantaties en bloedtransfusies 143

SAMENVATTING 147

DIAGNOSTISCHE TOETS 150

VERRIJKINGSSTOF 158

- 1 Informatie op waarde schatten:
 - HPV-vaccinatie 158
- 2 Standpunt bepalen: orgaandonatie 159
- 3 Doelgerichte kankertherapie 160

EXAMENTRAINER 162

REGISTER 164

COLOFON 166

4

Voeding en vertering



BASISSTOF

- 1 Voedsel
- 2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen
- 3 Voeding en leefstijl
- 4 Het verteringsstelsel
- 5 De organen voor vertering
- 6 Planteneters, vleeseters en alleseters

8
13
18
22
24
29

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

33
37

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Brood- en banketbakker
- 2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel
- 3 Vleesvervangende voeding

45
46
47

EXAMENTRAINER

50



Als je eet of drinkt, komen er stoffen je lichaam binnen. Deze stoffen zijn nodig. Ze leveren bijvoorbeeld energie om te bewegen. Je lichaam kan voedsel niet zomaar opnemen. Het verteringsstelsel verteert een groot deel van je voedsel. In dit thema leer je uit welke stoffen gezonde voeding bestaat, wat vertering is en welke organen hierbij belangrijk zijn.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Voedsel

▼ **Afb. 1** Bij de productie van kaas, yoghurt en zuurkool gebruikt men melkzuurbacteriën.



In Nederland is ruim de helft van de totale oppervlakte in gebruik voor de landbouw. Sommige landbouwproducten kun je rauw eten, andere producten worden eerst bewerkt. Bij die bewerking worden soms bacteriën en schimmels gebruikt. Maar bacteriën en schimmels kunnen je voedsel ook bederven.

VOEDSELPRODUCTIE DOOR BACTERIËN EN SCHIMMELS

Bacteriën en schimmels kunnen koolhydraten omzetten in stoffen die nuttig zijn bij de productie van voedingsmiddelen (zie afbeelding 1 en 2). De zure smaak van yoghurt ontstaat bijvoorbeeld door aan melk speciale soorten melkzuurbacteriën toe te voegen. De bacteriën zetten de energierijke stoffen uit de melk om in melkzuur. Gisten zetten energierijke stoffen om in koolstofdioxide en alcohol. Dit heet gisting. Gisting en het ontstaan van melkzuur zijn voorbeelden van stofwisselingsprocessen. Er worden stoffen omgezet in andere stoffen.

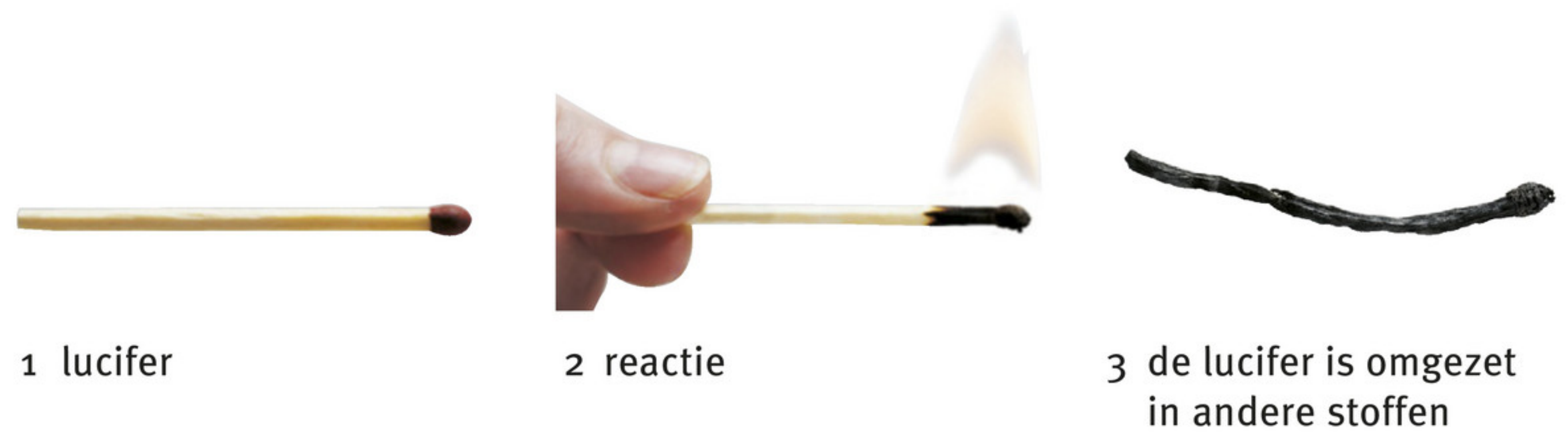
ENZYMEN

Als stoffen worden omgezet in andere stoffen spreken we van een (scheikundige) reactie. Verbranding is hiervan een voorbeeld (zie afbeelding 3). Andere voorbeelden van stofwisselingsprocessen die je al kent, zijn assimilatie en fotosynthese. In de cellen van organismen vinden heel veel reacties plaats. Bepaalde stoffen zorgen ervoor dat deze reacties snel plaatsvinden. Deze stoffen heten **enzymen**.

► **Afb. 2** Bij de productie van brood, bier en wijn gebruikt men gist.



► **Afb. 3** Door een (scheikundige) reactie worden stoffen omgezet in andere stoffen.

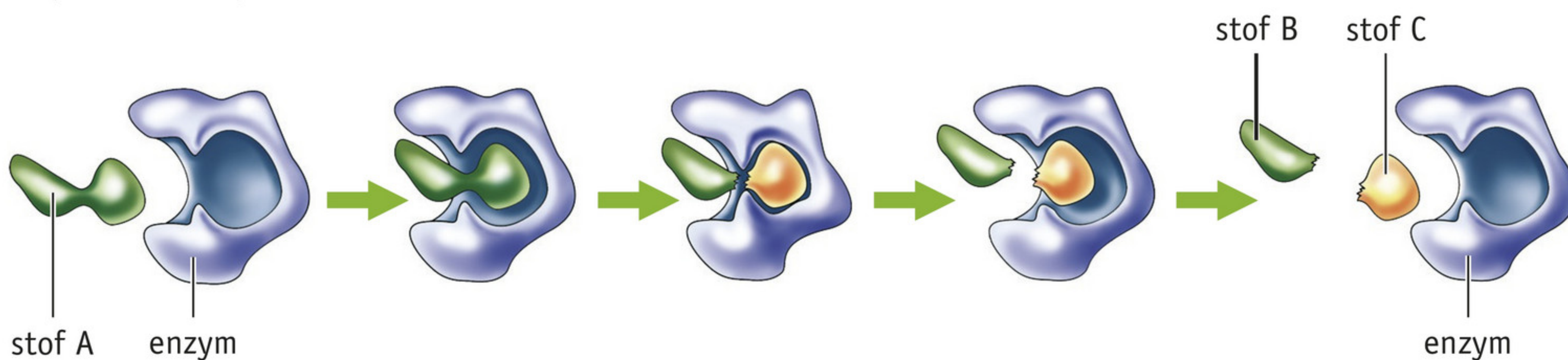


Enzymen zijn speciale eiwitten. Een cel bevat veel verschillende enzymen, waardoor veel verschillende reacties worden versneld. Enzymen werken specifiek. Dat wil zeggen dat één enzym slechts één reactie in de cel versnelt. In afbeelding 4.1 is de werking van een enzym schematisch weergegeven. Het afgebeelde enzym versnelt de splitsing van stof A in twee andere stoffen: stof B en stof C. Je ziet dat stof A een vorm heeft die precies op het enzym past. Je kunt dit vergelijken met een sleutel en een slot. Een andere stof heeft een andere vorm en past niet. Daardoor werkt dit enzym alleen (specifiek) op stof A. Je ziet ook dat het enzym na afloop van de splitsing weer vrijkomt. Het kan dan meer van stof A splitsen. Hierdoor is maar heel weinig enzym nodig om grote hoeveelheden van stof A te splitsen.

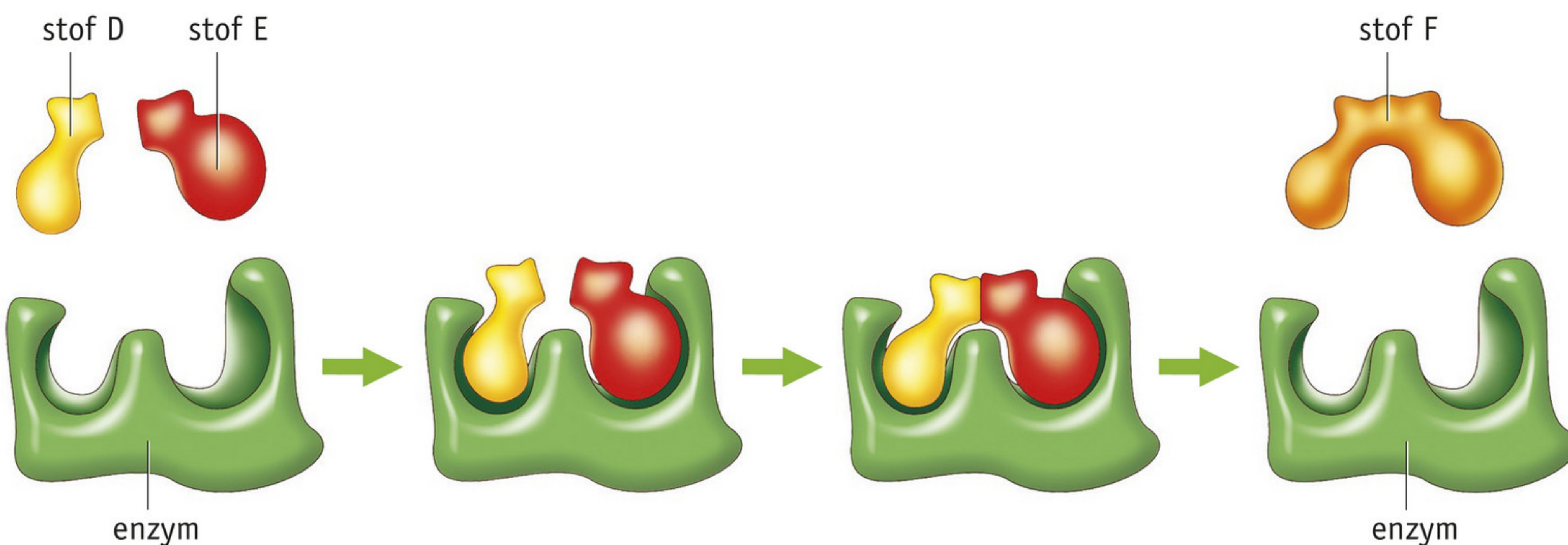
In afbeelding 4.2 zie je dat een ander enzym twee stoffen (stof D en stof E) samenvoegt tot één andere stof (stof F). Ook bij dit type reactie wordt het enzym zelf niet verbruikt.

Enzymen versnellen de reacties van stofwisselingsprocessen zonder daarbij zelf te worden verbruikt. Alle organismen zijn afhankelijk van de werking van enzymen.

▼ **Afb. 4** De werking van een enzym (schematisch).

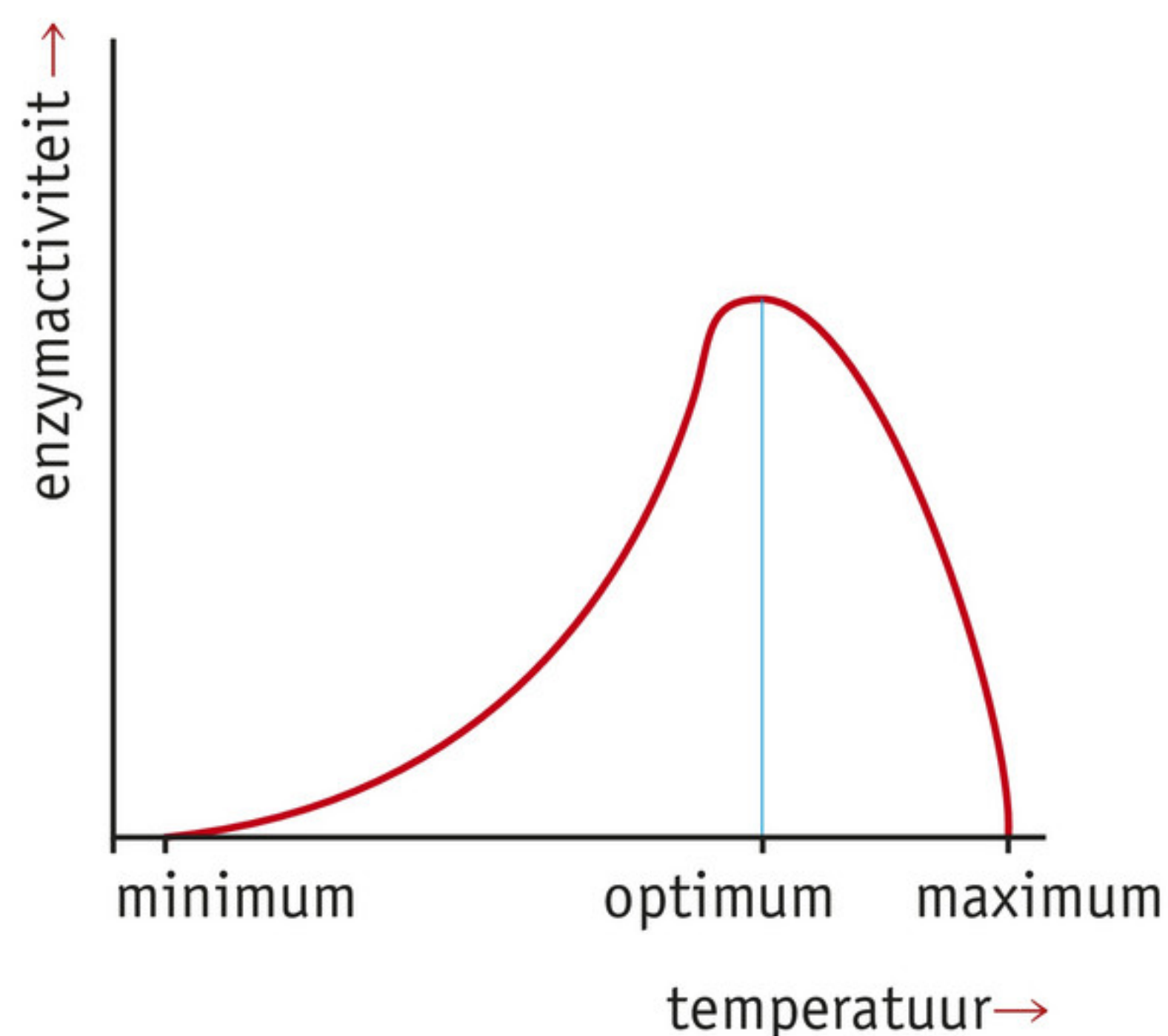


1 dit enzym werkt als een schaar



2 dit enzym werkt als lijm

▼ **Afb. 5** Het verband tussen de temperatuur en de enzymactiviteit.

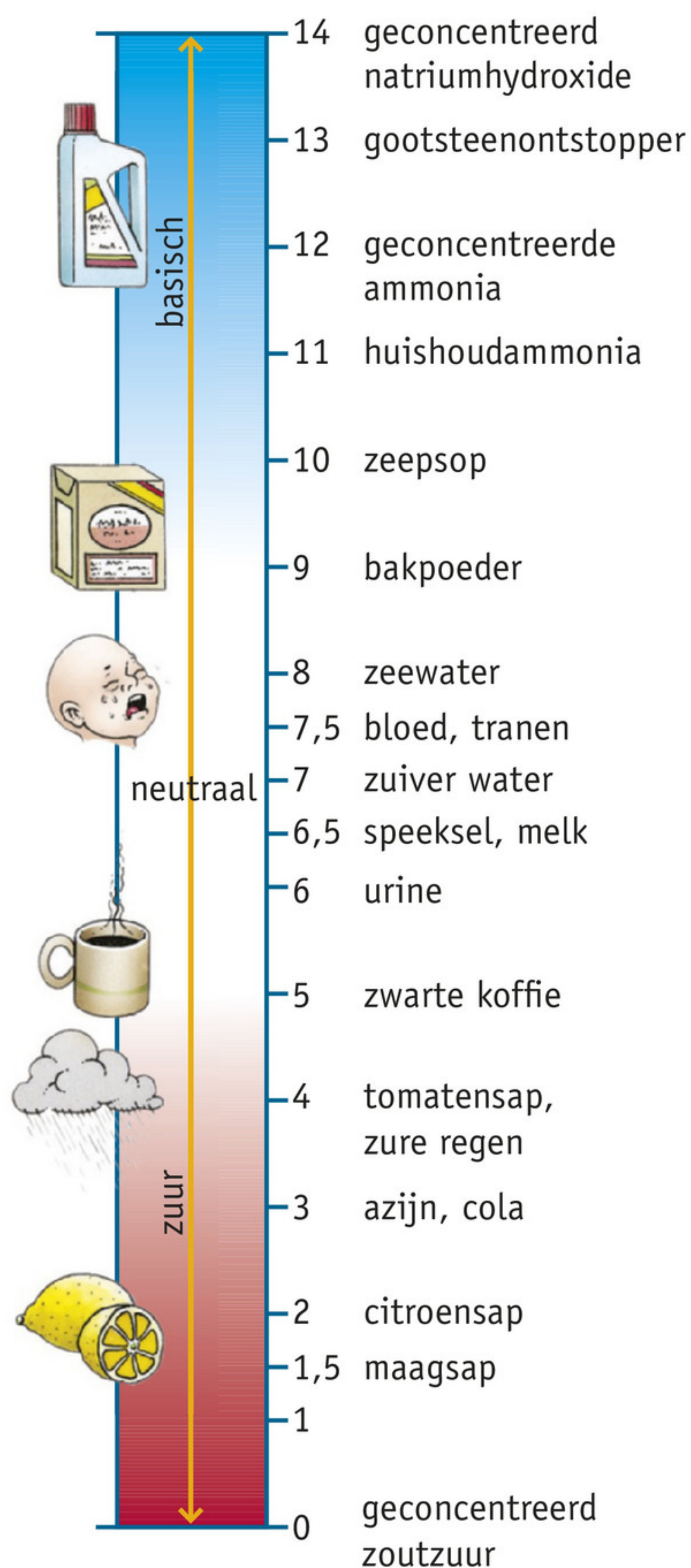


ENZYMACTIVITEIT

De snelheid waarmee een enzym een reactie versnelt, wordt de **enzymactiviteit** genoemd. De enzymactiviteit is afhankelijk van allerlei factoren. Twee van deze factoren zijn de temperatuur en de zuurgraad. In afbeelding 5 is het verband weergegeven tussen de temperatuur en de enzymactiviteit in een diagram. Zo'n diagram heet een **optimumkromme**. In het diagram is een minimum, een optimum en een maximum aangegeven. Beneden de minimumtemperatuur is er geen enzymactiviteit. De reactie die door het enzym wordt versneld, vindt dan niet plaats. Het enzym blijft wel aanwezig, maar is door de lage temperatuur tijdelijk onwerkzaam. Als de temperatuur boven het minimum stijgt, wordt het enzym werkzaam. De enzymactiviteit neemt toe. Deze stijging gaat door tot de zogenoemde **optimumtemperatuur**. De reactie die door het enzym wordt versneld, vindt dan optimaal (het snelst) plaats.

Stijgt de temperatuur tot boven het optimum, dan neemt de enzymactiviteit weer af. Deze afname gaat door tot de maximumtemperatuur is bereikt. Door de hoge temperatuur verandert de vorm van het enzym. Het enzym wordt dan voorgoed onwerkzaam, ook als de temperatuur later weer daalt. Je kunt het vergelijken met het koken van een ei. Bij het koken stollen de eiwitten. Na afkoeling blijven de eiwitten in gestolde toestand.

▼ **Afb. 6** Een pH-schaal.



Alle enzymen zijn werkzaam in vloeistoffen, bijvoorbeeld in het cytoplasma van cellen of in verteringssappen zoals speeksel. Deze vloeistoffen bestaan uit water met opgeloste stoffen. Door de opgeloste stoffen heeft elke vloeistof een bepaalde **zuurgraad** of **pH**.

In afbeelding 6 is een pH-schaal getekend. De zuurgraad van zuiver water is neutraal. De pH is dan 7. Is een vloeistof zuur, dan is de pH lager dan 7. Hoe lager de pH, hoe zuurder de vloeistof. Azijn heeft bijvoorbeeld een pH van ongeveer 3. Een vloeistof kan ook een pH hebben die hoger is dan 7, bijvoorbeeld zeepsop. We noemen die vloeistof dan basisch.

De zuurgraad beïnvloedt de enzymactiviteit ook volgens een optimumkromme. Veel enzymen werken het best bij een zuurgraad die ongeveer neutraal is (een pH van ongeveer 7). Maar sommige enzymen werken juist beter in een zuur of basisch milieu.

VOEDSEL CONSERVEREN

Enzymen in bacteriën en schimmels kunnen voedsel ook bederven. Door het **conserveren** van voedsel is voedsel langer houdbaar. De omstandigheden voor de bacteriën en schimmels worden dan ongunstig gemaakt. In afbeelding 7 zijn verschillende manieren van conserveren weergegeven.

Bij temperaturen boven 10 °C kan voedsel snel bederven. Het bederf van rauw dierlijk voedsel, zoals eieren en vlees, wordt meestal veroorzaakt door salmonellabacteriën. Salmonellabacteriën produceren giftige afvalstoffen en ze kunnen zich zeer snel vermenigvuldigen bij temperaturen tussen 20 en 30 °C. Het is gevaarlijk om voedsel te eten dat veel salmonellabacteriën bevat. Je kunt er flink ziek van worden (voedselvergiftiging).

Afb. 7 Manieren van conserveren.

1 KOEL BEWAREN



vriezer:
-18 °C

koelkast:
4 °C

Voedsel dat snel bederft, kun je het best **koel bewaren**. Bij een lage temperatuur zijn de meeste enzymen van bacteriën en schimmels niet actief. Daardoor bederft het voedsel niet of slechts heel langzaam. Hoe lager de temperatuur waarbij je het voedsel bewaart, hoe langer het voedsel goed blijft. Door **invriezen** kan het voedsel enkele weken tot maanden goed blijven.

2 PASTEURISEREN



Pasteuriseren is een product gedurende korte tijd verhitten tot 72 °C. Hierbij gaan veel bacteriën en schimmels dood, maar nog niet alle. De meeste melk die in winkels te koop is, is gepasteuriseerd.

3 STERILISEREN



Steriliseren is een product verhitten tot tussen de 130 en 140 °C. Hierbij gaan alle bacteriën en schimmels dood. De enzymen worden dan definitief onwerkzaam. Steriliseren past men onder andere toe bij lang houdbare melk. Deze melk kun je buiten de koelkast bewaren. Door de hoge temperatuur verandert ook de smaak.

4 DROGEN



Bacteriën en schimmels hebben water nodig om in leven te blijven. Door voedsel te **drogen** bederft het voedsel minder snel. Men kan bijvoorbeeld soep in poedervorm maken door al het water aan de soep te onttrekken. Ook groenten en fruit kunnen worden gedroogd.

5 LUCHTDICHT VERPAKKEN



Als verhit voedsel afkoelt, kunnen er nieuwe bacteriën en schimmels op terecht komen, bijvoorbeeld uit de lucht. Deze bacteriën nemen zuurstof op uit de lucht. Daarom moet het voedsel direct na het verhitten **luchtdicht verpakt** worden. Soep en vlees worden bijvoorbeeld ingeblikt. Gemalen koffiebonen worden vacuüm verpakt. Hierbij wordt alle lucht uit de verpakking weggezogen.

Afb. 8 Producten met natuurlijke conserveermiddelen.



CONSERVEERMIDDELEN EN ANDERE TOEGEVOEGDE STOFFEN

Verpakt voedsel bevat vaak **conserveermiddelen** om het langer houdbaar te maken. Zuur (azijn), suiker en zout zijn **natuurlijke conserveermiddelen** (zie afbeelding 8). In een zure omgeving of een omgeving met veel suiker of zout gaan bacteriën en schimmels dood. Aan uitjes en augurken bijvoorbeeld wordt azijn toegevoegd. Bij het maken van jam wordt aan de vruchten suiker toegevoegd. Aan haring en olijven wordt veel zout toegevoegd.

Aan veel voedsel voegt men **kunstmatige conserveermiddelen** toe.

Aan allerlei dranken voegt men bijvoorbeeld sulfiet toe om deze minder snel te laten bederven.

Ook om voedsel aantrekkelijker te maken voegt men vaak stoffen toe.

Voorbeelden hiervan zijn **kleurstoffen**, **geurstoffen** en **smaakstoffen**. Ze worden bijvoorbeeld aan snoep en ijs toegevoegd om de kleur, de geur en de smaak te verbeteren.

Al deze stoffen samen worden additieven genoemd. Voor een gezonde voeding is het belangrijk dat er niet te veel kunstmatige additieven in het voedsel zitten. Bij een normaal eetpatroon krijg je niet te veel van deze stoffen binnen. Sommige fabrikanten vermelden nauwkeurig welke additieven in hun producten voorkomen (zie afbeelding 9.1). Er zijn ook bewerkte producten waaraan geen onnatuurlijke additieven zijn toegevoegd (zie afbeelding 9.2).

Een voedingsspecialist houdt zich bezig met het ontwikkelen van nieuwe voedingsmiddelen en verpakkingen (zie afbeelding 10).

WB OPDRACHT 1 T/M 10 BLZ. 6

- **Afb. 9** Etiketten van producten met en zonder kleurstoffen.



1 bevat kleurstoffen



2 bevat geen kleurstoffen

▼ Afb. 10

Voedingsspecialist

Ovengebakken chips waar minder vetten in zitten of frisdrank die verkleurt zodra de drank koel genoeg is. Wie verzint dat allemaal? Juist, een voedingsspecialist. Esmee is voedingsspecialist. Ze ontwikkelt nieuwe producten en verpakkingen. Zo verbetert ze de smaak en vorm van producten. Nog belangrijker is de kwaliteit van voedingsmiddelen. Alle voedingsmiddelen moeten aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Pas als ze zijn goedgekeurd, mogen ze worden verkocht. Daarom voert Esmee controles uit op bestaande en nieuwe voedingsmiddelen en zorgt ze ervoor dat de productie efficiënt verloopt. Hierbij moet ze zorgvuldig en hygiënisch te werk gaan.

De opleiding tot voedingsspecialist wordt ook wel voedingsmanagement genoemd.



2 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen

Voedingsmiddelen zijn de producten die je eet of drinkt. Voedingsmiddelen kunnen plantaardig of dierlijk zijn (zie afbeelding 11). Er zijn ook voedingsmiddelen die zowel uit plantaardige als uit dierlijke producten bestaan, zoals roomboterkoekjes, vruchtenyoghurt en saucijzenbroodjes.

Voedingsmiddelen bevatten allerlei voedingsstoffen. **Voedingsstoffen** zijn de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen. Het verteringsstelsel heeft als taak om voedingsmiddelen af te breken tot stoffen die het lichaam kan opnemen.

▼ Afb. 11 Voedingsmiddelen.



1 plantaardige voedingsmiddelen



2 dierlijke voedingsmiddelen

Er zijn zes groepen voedingsstoffen: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen (zouten) en vitaminen. Je hebt alle zes groepen voedingsstoffen nodig om gezond te blijven. Voedingsstoffen kunnen in je lichaam verschillende functies vervullen. In thema 1 heb je geleerd dat er bouwstoffen, brandstoffen en reservestoffen bestaan. Mineralen en vitaminen noemen we **beschermende stoffen**. Ze helpen ziekten te voorkomen.

Veel plantaardige voedingsmiddelen bevatten **voedingsvezels**. Dit zijn plantaardige stoffen die de enzymen van de mens niet kunnen verteren. Voedingsvezels zijn belangrijk, omdat ze de darmbewegingen en de stoelgang (het poepen) bevorderen.

EIWITTEN

Eiwitten zijn vooral belangrijk als bouwstof. Cellen bestaan voor een groot deel uit eiwitten en ook alle enzymen zijn eiwitten. Voor de vorming van cytoplasma bijvoorbeeld zijn veel eiwitten nodig. Je lichaam slaat geen eiwitten op, zodat ze dus niet als reservestoffen kunnen dienen. Een teveel aan eiwitten wordt verbrand. In afbeelding 12 zie je voedingsmiddelen die veel eiwitten bevatten.

► **Afb. 12** Voedingsmiddelen met veel eiwitten.



KOOLHYDRATEN

Glucose, suiker en zetmeel zijn koolhydraten. Vooral plantaardige voedingsmiddelen bevatten koolhydraten (zie afbeelding 13). Aardappelen en granen (tarwe, rijst, maïs) bevatten veel zetmeel. Vruchten bevatten vaak glucose of druivensuiker. Tafelsuiker wordt onder andere gemaakt van suikerbieten en suikerriet. Dierlijke voedingsmiddelen bevatten meestal weinig koolhydraten.

Koolhydraten zijn belangrijke brandstoffen: ze leveren energie. Maar ze dienen ook als bouwstoffen en reservestoffen. Suikers en zetmeel worden verteerd tot glucose. Een groot deel van deze glucose wordt in de cellen verbrand. Een kleiner deel wordt omgezet in glycogeen. Glycogeen is een reservestof. Ook kan een deel van de overtollige glucose worden omgezet in vet.

► **Afb. 13** Voedingsmiddelen met veel koolhydraten.



VETTEN

Vetten dienen vooral als brandstoffen, maar zijn ook belangrijk als bouwstoffen. Je voedsel hoeft niet veel vet te bevatten. Als je meer vet binnenkrijgt dan je nodig hebt, wordt het teveel opgeslagen als reservestof. Dit gebeurt vooral onder je huid, waardoor je een dikkere onderhuidse vetlaag krijgt. Als je te veel vet en koolhydraten eet, word je dus dikker. Soms zie je niet meteen dat er veel vet in een voedingsmiddel zit, zoals bij chocola, koekjes en kaas.

Er zijn gezonde en minder gezonde vetten. **Onverzadigde vetten**, meestal plantaardige vetten, zijn gezond en zitten vooral in vloeibaar vet, maar ook in noten en vis (zie afbeelding 14.1). Je lichaam gebruikt onverzadigde vetten als bouwstof. Voor de vorming van celmembranen bijvoorbeeld zijn vetten nodig. Daarom is het niet verstandig om helemaal geen onverzadigd vet te eten.

Verzadigde vetten, meestal dierlijke vetten, zijn minder gezond (zie afbeelding 14.2). Ze kunnen niet goed als bouwstof worden gebruikt en dienen daardoor vooral als brandstof. Door het eten van veel verzadigde vetten wordt je onderhuidse vetlaag dikker en heb je meer kans op hart- en vaatziekten.

▼ **Afb. 14** Voedingsmiddelen met veel vetten.



1 bevatten vooral onverzadigde vetten



2 bevatten vooral verzadigde vetten

WATER

Water is een bouwstof. Organismen bestaan voor het grootste deel uit water. Het lichaam van een volwassen man bestaat voor ongeveer 60% uit water. Bij vrouwen is dat wat minder.

Water is belangrijk bij het vervoer van stoffen in je lichaam. Bloed vervoert allerlei stoffen en bestaat voor een groot deel uit water. Ook cytoplasma bestaat voor een groot deel uit water. Een mens kan niet lang zonder water. Alle dranken, maar ook fruit en groenten, zijn voedingsmiddelen die veel water bevatten (zie afbeelding 15).

► **Afb. 15** Voedingsmiddelen met veel water.



MINERALEN (ZOUTEN)

Mineralen worden ook wel zouten genoemd. Voorbeelden van mineralen zijn calcium (kalk), fluoride, ijzer, natrium en kalium. Je lichaam heeft allerlei mineralen nodig als bouwstoffen en beschermende stoffen.

Voor de opbouw van beenderen bijvoorbeeld heb je calcium nodig. Fluoride is nodig bij de opbouw van het gebit. Voor de vorming van hemoglobine in rode bloedcellen is ijzer nodig.

Je hebt elke dag maar heel weinig mineralen nodig en in gezonde voeding zitten voldoende mineralen. Van keukenzout (natrium) gebruiken we vaak zelfs te veel.

VITAMINEN

Vitaminen dienen als bouwstoffen of als beschermende stoffen in je lichaam. Door een tekort aan een bepaalde vitamine kun je ziek worden. In een normale gezonde voeding zitten voldoende vitaminen. Extra vitaminen (bijvoorbeeld vitaminepillen) kunnen nooit een gezonde voeding vervangen. Voor sommige vitaminen geldt zelfs dat ze schadelijk zijn voor je lichaam als je er te veel van binnenkrijgt.

Vitaminen worden aangegeven met een letter en soms nog met een getal (bijvoorbeeld B12). Belangrijke vitaminen zijn A, B, C, D, E en K. Aan sommige voedingsmiddelen worden vitaminen toegevoegd, zoals aan boter (zie afbeelding 16).

De soort en de hoeveelheid vitamine in voedingsmiddelen kan heel verschillend zijn. In fruit en verse groenten zit veel vitamine C, in vis veel vitamine D en in vlees vitamine A. Als je gevarieerd eet, krijg je voldoende van alle vitaminen binnen.

▼ **Afb. 16** Aan boter worden vitaminen toegevoegd.



Ingrediënten: water, plantaardige oliën 38% (zonnebloem, palm*, koolzaad, lijnzaad, volledig geharde palm*), YOGHURT (6%), gemodificeerd zetmeel, calciumzouten, emulgatoren (mono- en diglyceriden van vetzuren, zonnebloemlecithine), zout (0,3%), conserveermiddel (kaliumsorbaat), voedingszuur (citroenzuur), antioxidant (calciumdianatrium EDTA), natuurlijke aroma's, vitaminen (A, Thiamine (= vitamine B1), Riboflavine (= vitamine B2), B6, B12 en D), kleurstof (caroteen). *Dit is duurzame palmolie. Lees meer op: www.unilever.nl/duurzaamleven.

VOEDINGSSTOFFEN AANTONEN

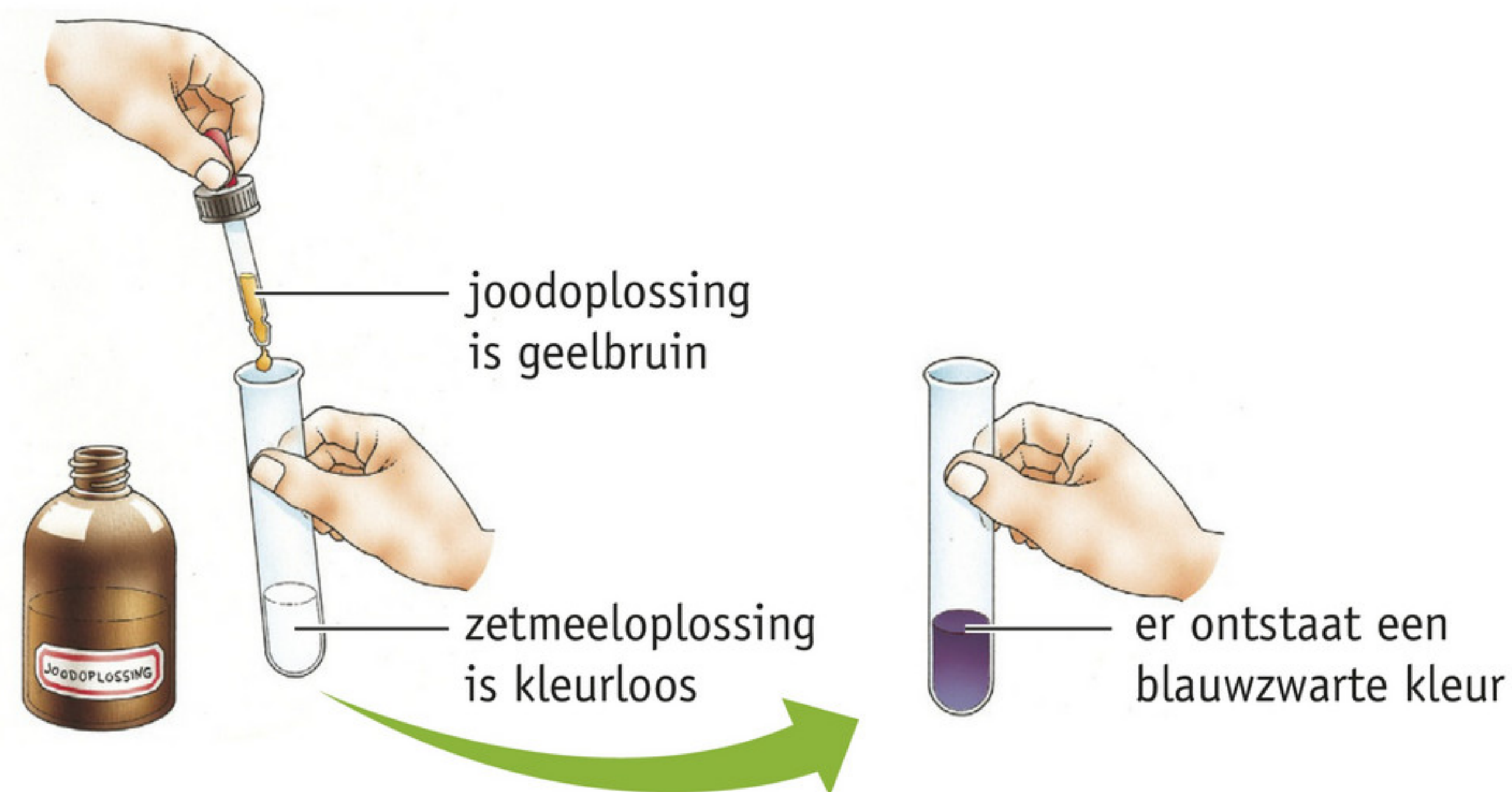
Zetmeel en glucose zijn voedingsstoffen die veel in voedingsmiddelen voorkomen. Je kunt de voedingsstoffen in voedingsmiddelen aantonen met behulp van **indicatoren**.

Een voorbeeld van een indicator is **joodoplossing** (zie afbeelding 17). Glucose kun je aantonen met teststrookjes (zie afbeelding 18). Op een teststrookje zit een indicator die verkleurt.

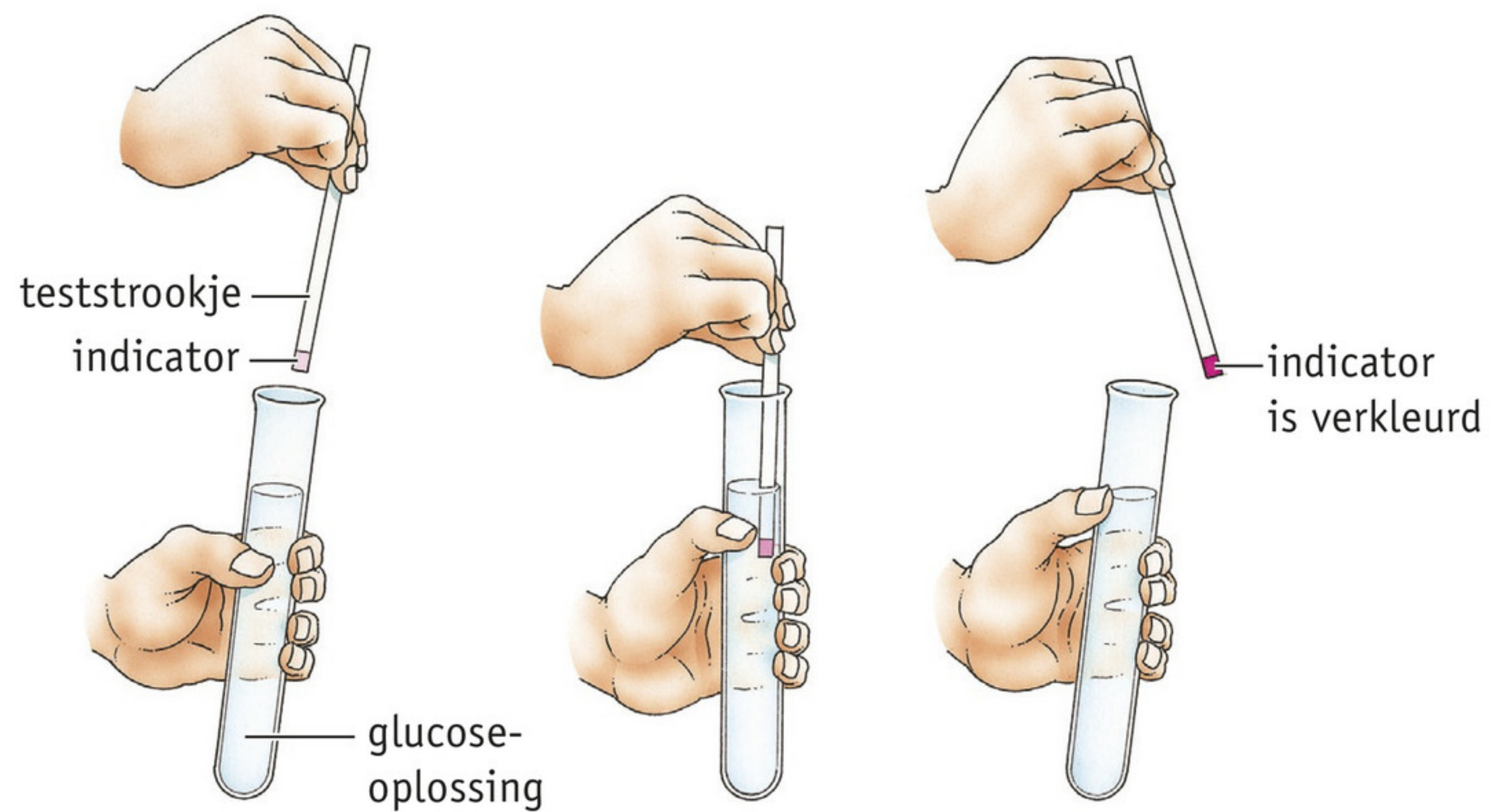
WB OPDRACHT 11 T/M 17 BLZ. 13

WB PRACTICUM 1 EN 2 BLZ. 48

- **Afb. 17** Aantonen van zetmeel door joodoplossing.



- **Afb. 18** Aantonen van glucose.



3 Voeding en leefstijl

Als puber heb je vaak honger. Dat is niet zo verwonderlijk, want juist in de puberteit groei je hard. Goede voeding en een gezonde leefstijl zijn daarbij belangrijk.

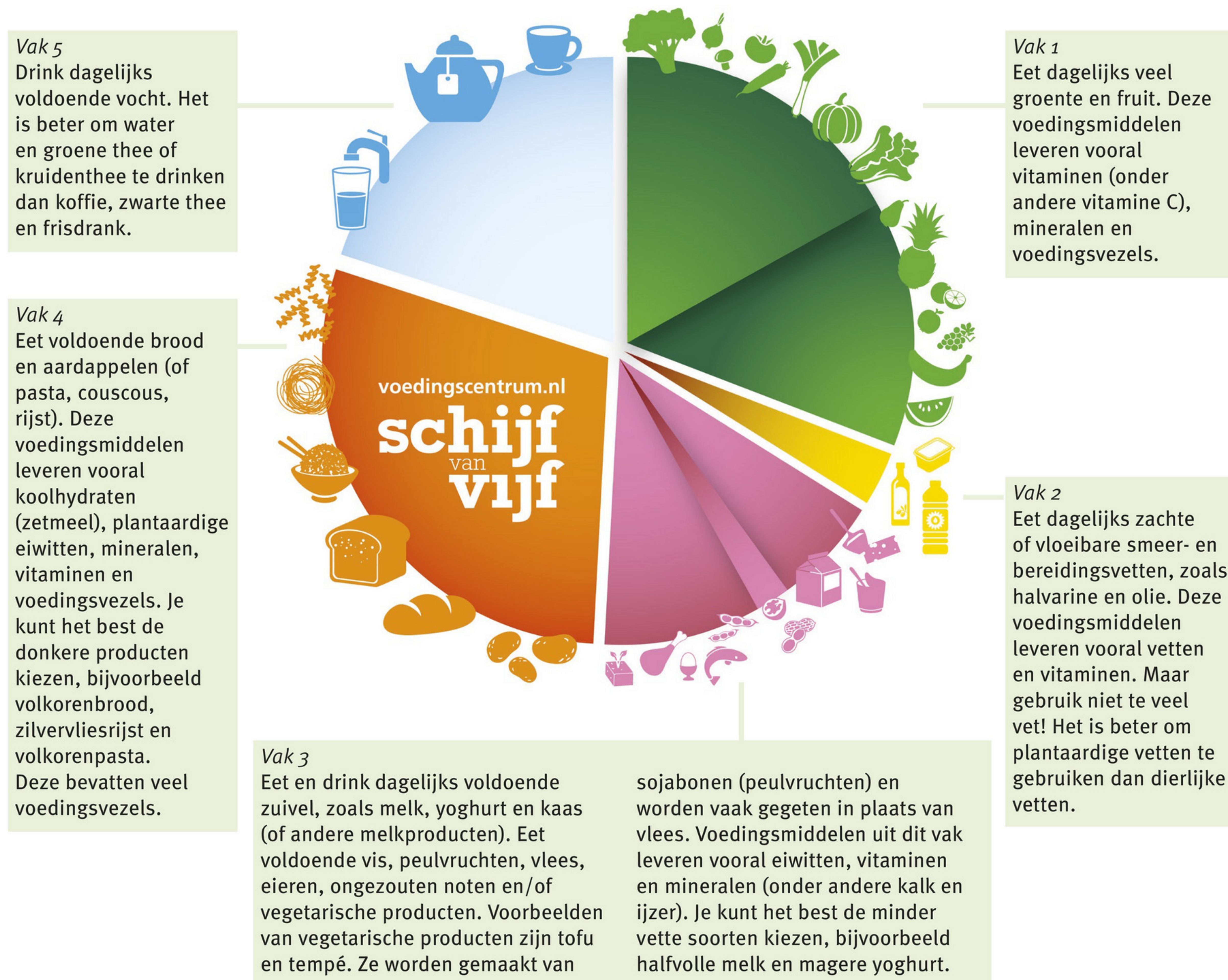
ADVIEZEN VOOR GEZONDE VOEDING

Goede voeding is nodig voor een goede gezondheid. Alle producten die je eet en drinkt, kunnen een bijdrage leveren aan goede voeding, als je ze maar in de juiste verhoudingen en de juiste hoeveelheden gebruikt.

Het Voedingscentrum heeft de schijf van vijf samengesteld (zie afbeelding 19). In de vakken van de schijf van vijf staan vijf groepen voedingsmiddelen die je dagelijks nodig hebt. Als je elke dag voldoende uit elk vak eet en drinkt, krijg je alle voedingsstoffen binnen die je lichaam nodig heeft. Sommige voedingsmiddelen staan niet in de schijf van vijf, omdat ze niet passen in een gezonde leefwijze, zoals snoep, chips, pizza en frisdrank.

Het Voedingscentrum geeft ook adviezen. In afbeelding 20 zijn enkele van deze adviezen toegelicht.

▼ Afb. 19 De schijf van vijf.



▼ Afb. 20

ADVIEZEN VOOR EEN GEZONDE VOEDING EN LEEFSTIJL

1 Eet gevarieerd

Er is niet één voedingsmiddel waarin alle voedingsstoffen in voldoende hoeveelheden zitten. Varieer met voedingsmiddelen (eet bijvoorbeeld verschillende soorten groenten), want dan krijg je alle stoffen binnen die je nodig hebt.

2 Eet niet te veel en beweeg voldoende

Goede dagelijkse voeding bestaat uit drie maaltijden en niet vaker dan drie tot vijf keer iets kleins tussendoor. Gebruik niet te veel vet, suiker, zout en alcohol. Ook beweging is belangrijk om gezond en fit te blijven. Jongeren hebben elke dag minstens een uur beweging nodig.

3 Eet weinig verzadigd vet

Vooraf dierlijk vet is verzadigd vet. Kies halvarine, vloeibaar vet en olie. Deze producten bevatten vooral onverzadigd vet.

4 Eet veel groente, fruit en volkorenbrood

Groente en fruit en volkorenbrood zijn vezelrijke voedingsmiddelen die in verhouding tot hun gewicht weinig energie en veel voedingsstoffen leveren. Ze geven snel een verzadigd gevoel.

5 Ga veilig met je voedsel om

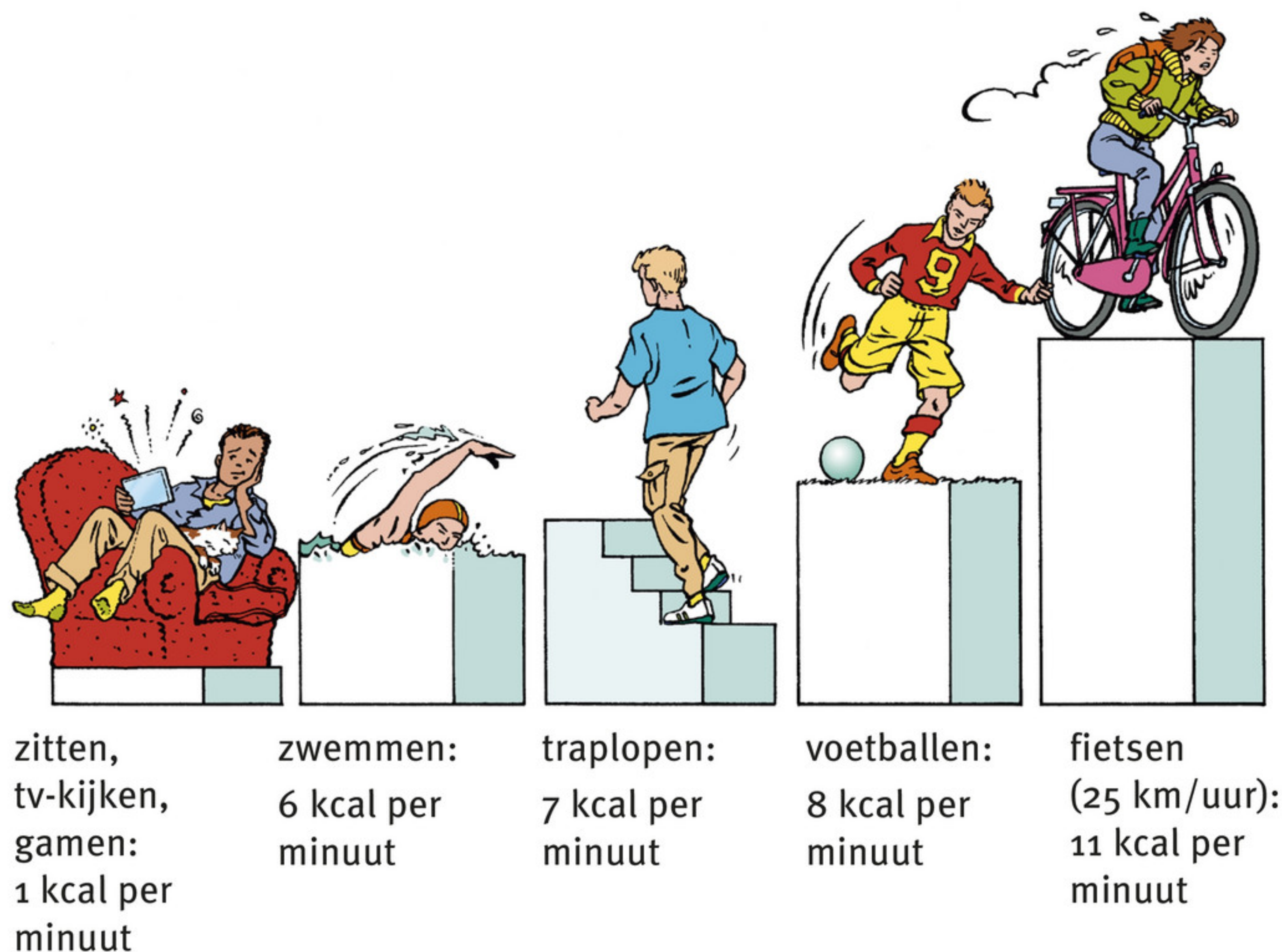
Voorkom voedselvergiftiging door goede voedselhygiëne.

ENERGIEBEHOEFTE

Het is niet alleen belangrijk wat je eet of drinkt, maar ook hoeveel. De hoeveelheid voedsel die je nodig hebt, is vooral afhankelijk van je energiebehoefte.

Zolang je leeft, wordt in je lichaam energie vrijgemaakt bij de verbranding. Zelfs als je slaapt, gaan in je lichaam allerlei processen door, zoals de hartslag en de ademhaling. De stofwisseling van een lichaam in rust wordt ook wel de **grondstofwisseling** genoemd. Deze is afhankelijk van verschillende factoren, zoals het geslacht, de leeftijd, de lengte en de milieutemperatuur. Bij lage temperaturen moeten de cellen van het lichaam veel glucose verbranden om de lichaamstemperatuur op peil te houden. Bij activiteit is de energiebehoefte afhankelijk van de lichamelijke inspanning. Wanneer je veel beweegt, wordt in je spieren veel glucose verbrand. Hierbij komt energie vrij. In afbeelding 21 is weergegeven hoeveel energie iemand van 60 kg nodig heeft voor verschillende activiteiten. De hoeveelheden energie zijn weergegeven in **kilocalorie (kcal)**.

► **Afb. 21** Energiebehoefte bij verschillende activiteiten.



Niet alle energie die in de spieren wordt vrijgemaakt, komt vrij als beweging. Een deel van deze energie komt vrij als warmte. Bij lichamelijke inspanning merk je dat: je krijgt het warm en je gaat zweten.

HOEVEEL MOET JE ETEN EN DRINKEN?

In afbeelding 22 is weergegeven wat iemand van 16 jaar dagelijks ongeveer nodig heeft. Het is niet verstandig regelmatig meer te eten dan je lichaam nodig heeft. Als je (te) veel eet en (te) weinig beweegt, kun je zwaarder en dikker worden. Als je gewicht te hoog is, is er sprake van overgewicht. Dit kan leiden tot gezondheidsproblemen. Het is ook niet verstandig te weinig te eten. Daardoor kun je vermageren en te weinig voedingsstoffen binnenkrijgen. Een tekort aan bepaalde voedingsstoffen veroorzaakt gebreksziekten.

► **Afb. 22** Dagelijks benodigde voedingsmiddelen en hoeveelheden.

	JONGEN (16 JAAR)	MEISJE (16 JAAR)
	250 g groente	250 g groente
	2 porties fruit	2 porties fruit
	6–8 bruine/volkoren boterhammen	4–5 bruine/volkoren boterhammen
	6 opscheplepels volkoren graanproducten of kleine aardappelen	4–5 opscheplepels volkoren graanproducten of kleine aardappelen
	100 g vis of vlees, of 2 opscheplepels peulvruchten	100 g vis of vlees, of 2 opscheplepels peulvruchten
	25 g ongezouten noten	25 g ongezouten noten
	4 porties zuivel	3 porties zuivel
	40 g kaas	40 g kaas
	55 g smeer- en bereidingsvetten	40 g smeer- en bereidingsvetten
	1,5–2 L vocht	1,5–2 L vocht

Als het verstandig is om af te vallen, kun je het best je leefstijlgewoonten aanpassen. Je kunt bijvoorbeeld meer bewegen, meer groente en fruit eten, minder ongezonde tussendoortjes eten en minder frisdrank (en alcohol) drinken. Veel mensen 'lijnen' door bij de maaltijden minder te eten dan de aanbevolen hoeveelheden of ze slaan een maaltijd over. Dat is geen goede manier van dieethouden. Sommige mensen zijn niet te dik, maar voelen zich te dik. Dit kan leiden tot een eetstoornis, waarbij te weinig of te veel wordt gegeten (zie afbeelding 23).

WB OPDRACHT 18 T/M 28 BLZ. 19

▼ Afb. 23

Eetstoornis

Anorexia nervosa, anorexia boulimia en eetbuistoornis zijn de meest bekende eetstoornissen.

Mensen met anorexia nervosa hongeren zichzelf uit door weinig te eten. Mensen met anorexia boulimia braken na het eten. Bij beide eetstoornissen kan sprake zijn van overmatig bewegen en gebruik van laxemiddelen. Anorexia komt vaker voor bij meisjes dan bij jongens. Iemand met een eetbuistoornis eet regelmatig veel te veel tijdens eetbuien en compenseert dit niet (door braken, laxeren of bewegen). Een eetbuistoornis leidt daarom vaak tot (ernstig) overgewicht.

Eetstoornissen zijn psychische stoornissen. Mensen met een eetstoornis denken negatief over zichzelf. Ze vinden zichzelf vaak lelijk en te dik en voelen zich onzeker. Mensen met een eetstoornis moeten opnieuw leren omgaan met eten en met zichzelf. Vaak hebben ze deskundige hulp nodig. Het is dus belangrijk dit met de huisarts te bespreken. Hoe sneller een eetstoornis wordt behandeld, hoe groter en sneller de kans op herstel.

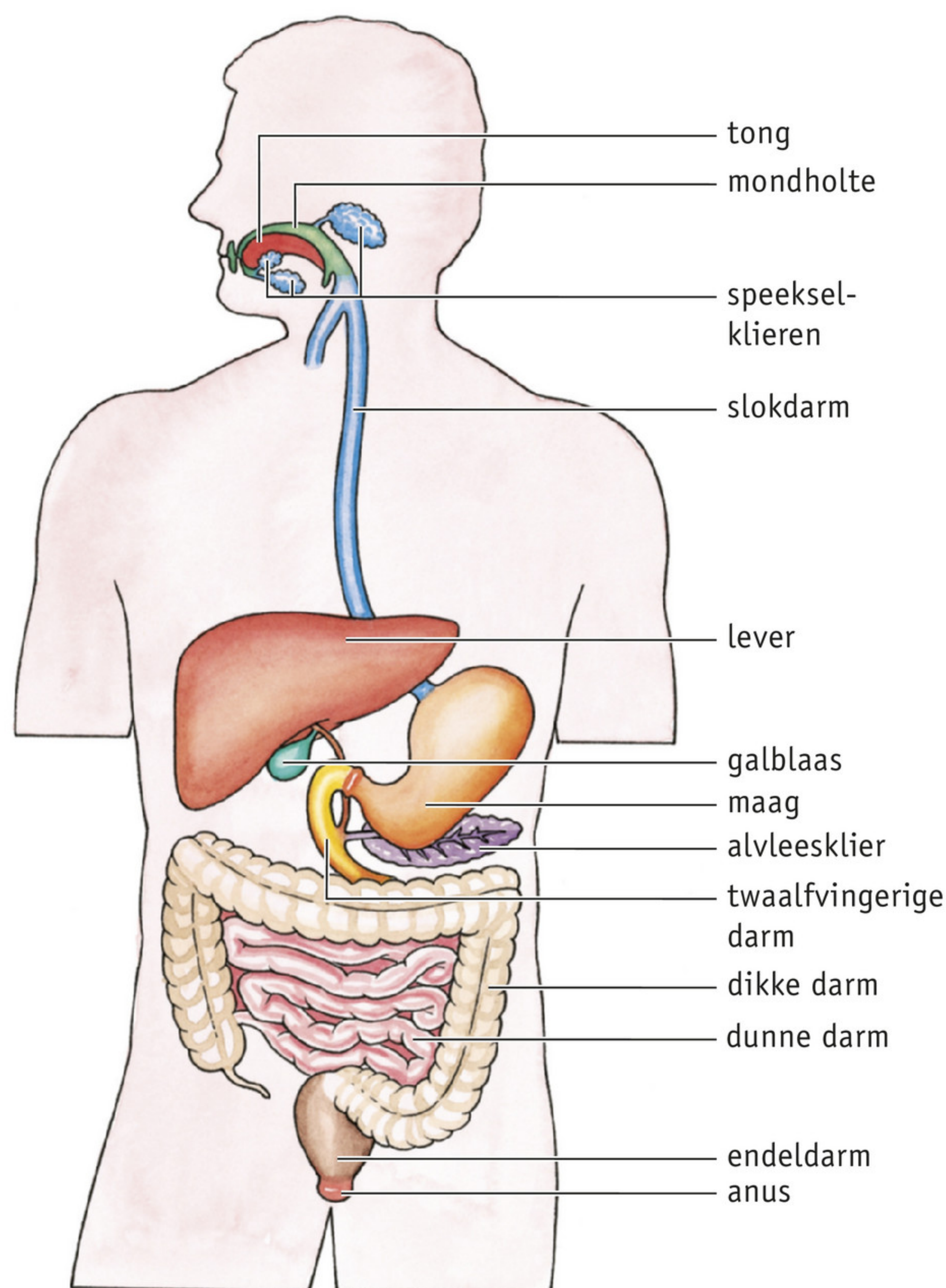


4 Het verteringsstelsel

Het voedsel dat je doorslikt, gaat in ongeveer 24 uur van mond naar anus. Dat is behoorlijk snel als je weet dat het verteringsstelsel zo'n negen meter lang is! Het verteringsstelsel bestaat voor het grootste deel uit een lang kanaal van de maag tot de anus: het darmkanaal. In afbeelding 24 is het verteringsstelsel van de mens schematisch getekend.

Alles wat je eet of drinkt gaat in een vaste volgorde door de organen van het verteringsstelsel: mond, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, dunne darm, dikke darm, endeldarm en anus.

► **Afb. 24** Het verteringsstelsel van de mens (schematisch).

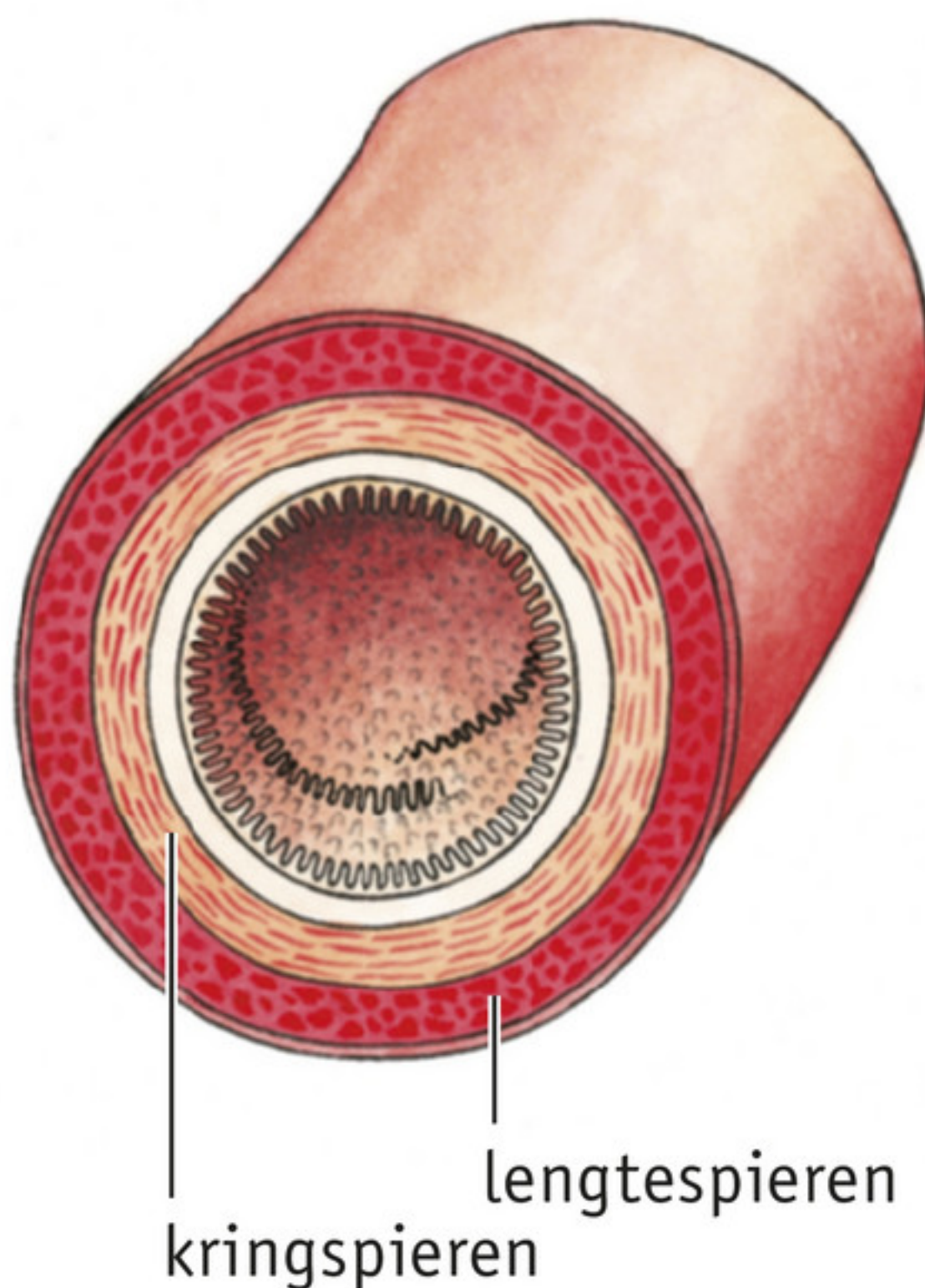


VERTERING

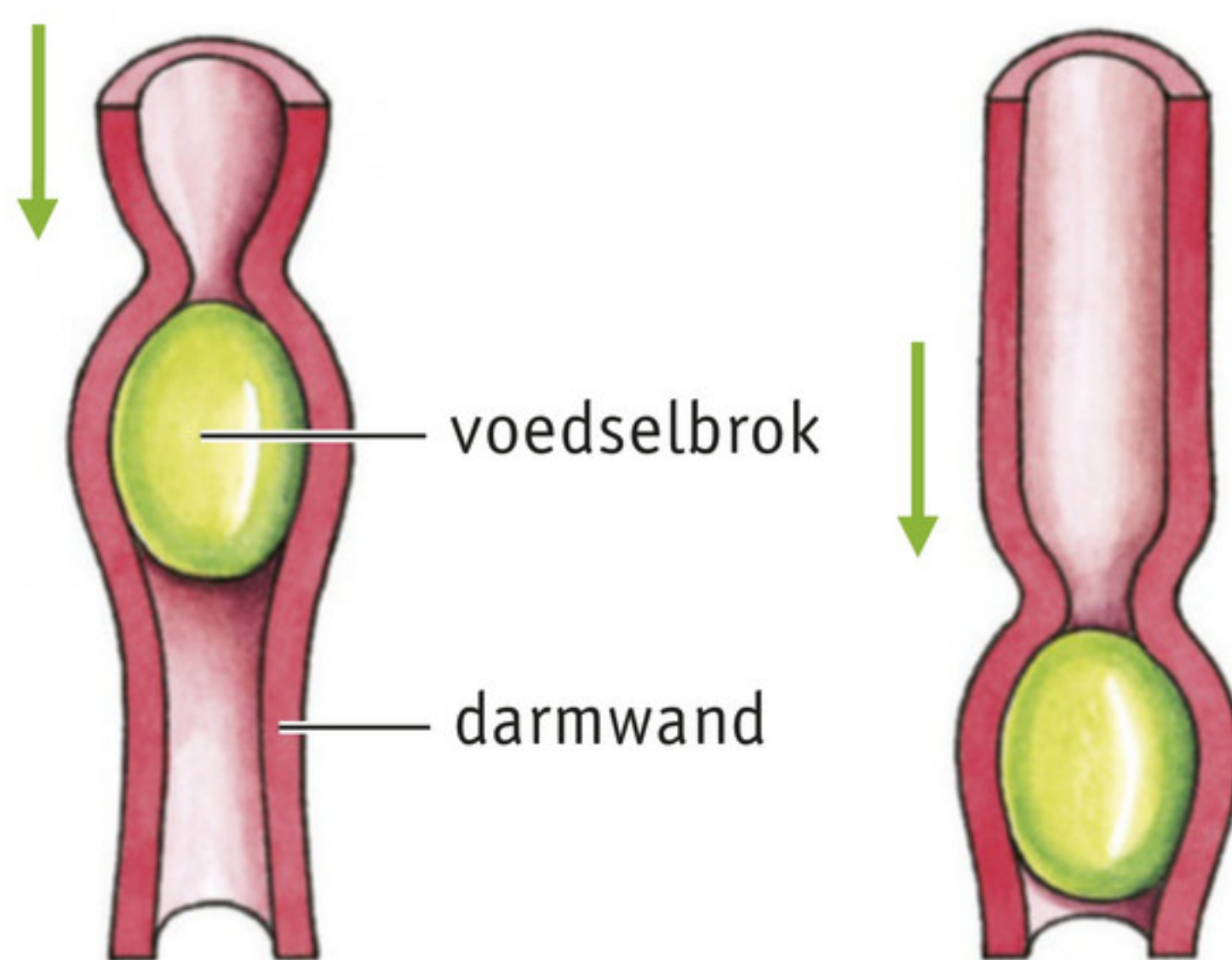
In het darmkanaal worden voedingsstoffen uit het voedsel opgenomen in het bloed. Sommige voedingsstoffen kunnen door de wand van het darmkanaal heen direct in het bloed worden opgenomen, zoals glucose, mineralen, vitaminen en water. Voor andere voedingsstoffen geldt dat niet, zoals voor eiwitten, de meeste koolhydraten (bijvoorbeeld suikers en zetmeel) en vetten. Deze stoffen moeten eerst worden verteerd tot verteringsproducten die wel in het bloed kunnen worden opgenomen.

Vertering is het afbreken van voedingsstoffen die niet door de darmwand heen kunnen in verteringsproducten. Deze verteringsproducten kunnen wel door de darmwand heen en worden in het bloed opgenomen.

▼ **Afb. 25** Kringspieren en lengtespieren (schematisch).



▼ **Afb. 26** De darmperistaltiek (schematisch).



▼ **Afb. 27**

VERTERINGSSAPPEN

De vertering gebeurt met behulp van **verteringssappen**. Speeksel en maagsap zijn voorbeelden van verteringssappen. De verteringssappen worden gemaakt in **verteringsklieren**. Niet alle organen van het verteringsstelsel hebben verteringsklieren. De verteringsklieren bij de mens zijn de speekselklieren, maagsapklieren, lever, alvleesklier en darmsapklieren.

Veel verteringssappen bevatten enzymen. De enzymen zorgen ervoor dat de vertering snel verloopt.

Niet al het voedsel kan worden verteerd. Onverteerde voedselresten (bijvoorbeeld voedingsvezels) verlaten het lichaam via de anus.

DARMPERISTALTIEK

In de wand van het hele verteringsstelsel bevinden zich **kringspieren** en **lengtespieren** (zie afbeelding 25). Door het afwisselend samentrekken van deze spieren ontstaan **peristaltische bewegingen**, die samen de **darmperistaltiek** worden genoemd. Door de darmperistaltiek wordt de voedselbrij voortgeduwd, gekneet en goed gemengd met verteringssappen.

In afbeelding 26 is schematisch weergegeven hoe de darmperistaltiek tot stand komt. Vlak vóór een voedselbrok ontspannen de kringspieren zich en trekken de lengtespieren zich samen, waardoor het darmkanaal op deze plaats wijder wordt. Vlak áchter een voedselbrok trekken de kringspieren zich samen en ontspannen de lengtespieren zich, waardoor het darmkanaal op deze plaats nauwer wordt.

Je hebt geleerd dat plantaardige voedingsmiddelen voedingsvezels bevatten. Voedingsvezels prikkelen de spieren in de wand van het darmkanaal, vooral in de dikke darm. Hierdoor wordt de darmperistaltiek bevorderd en verloopt de stoelgang (het poepen) goed.

Sommige mensen kunnen bepaalde stoffen niet verteren. Dit kan onder andere invloed hebben op de darmperistaltiek (zie afbeelding 27).

WB OPDRACHT 29 T/M 32 BLZ. 27

Melkvrij eten

Rabia heeft sinds ze tiener is een lactose-intolerantie. Ze kwam hierachter toen ze steeds vaker klachten kreeg, zoals buikpijn, diarree, een opgeblazen gevoel en winderigheid. Uit onderzoek is toen gebleken dat ze niet genoeg van het enzym lactase aanmaakt. Hierdoor kan ze de melksuiker lactose slecht verteren.

Sinds Rabia weet van haar lactose-intolerantie neemt ze geen melk en melkproducten meer. Gelukkig is er sojamelk en sojavla. Ook veel tussendoortjes, zoals chips, snoep en koekjes, moet ze laten staan, omdat daaraan vaak melkproducten zijn toegevoegd. Dit staat dan op de verpakking vermeld.



5 De organen voor vertering

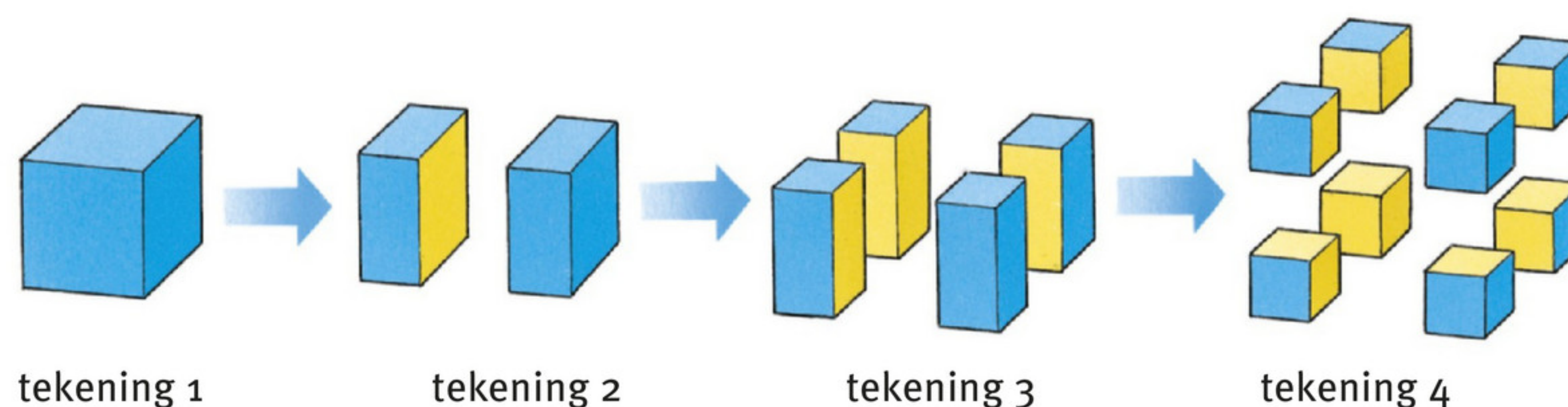
Een mens verteert tijdens zijn leven gemiddeld 30 000 kg voedsel. Dat is vergelijkbaar met tien volwassen nijlpaarden. Een flinke hap dus. Om al die kilo's te verteren, werken veel organen samen.

MONDHOLTE, KEELHOLTE EN SLOKDARM

Kauwen is de eerste stap in de vertering van voedsel. Dit gebeurt door je gebit in de **mondholte**. Door te kauwen verdeel je het voedsel in kleine stukjes, zodat je het beter kunt doorslikken.

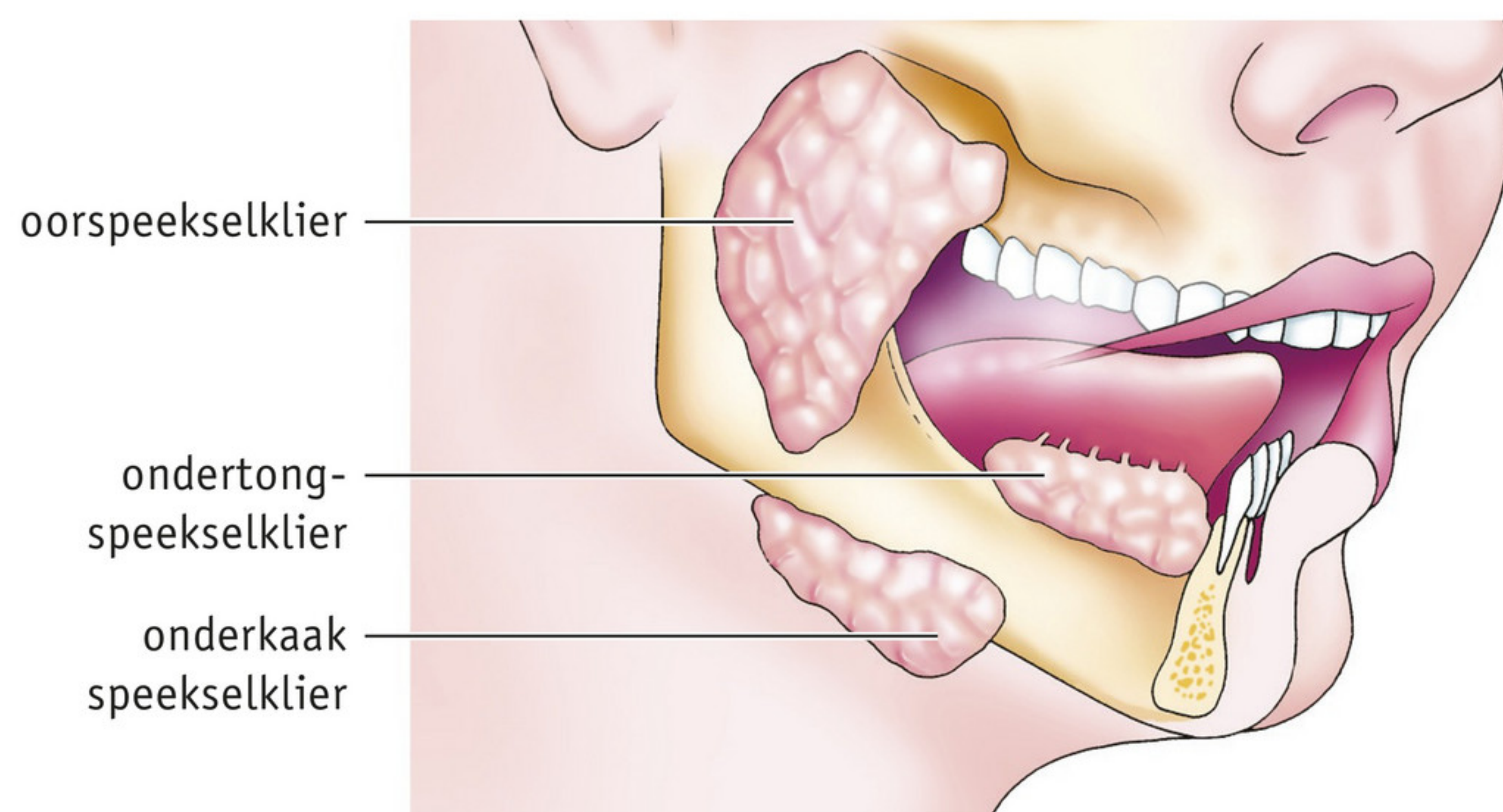
Doordat de enzymen in verteringssappen alleen aan de buitenkant op het voedsel kunnen inwerken, heeft kauwen ook een functie bij de vertering. Door te kauwen wordt het voedsel vermengd met speeksel en vindt **oppervlaktevergroting** plaats. Veel kleine stukjes samen hebben namelijk een grotere oppervlakte dan één groot stuk (zie afbeelding 28). Hierdoor kunnen enzymen de voedingsstoffen in het voedsel beter bereiken.

► **Afb. 28** Oppervlaktevergroting door kauwen (schematisch).

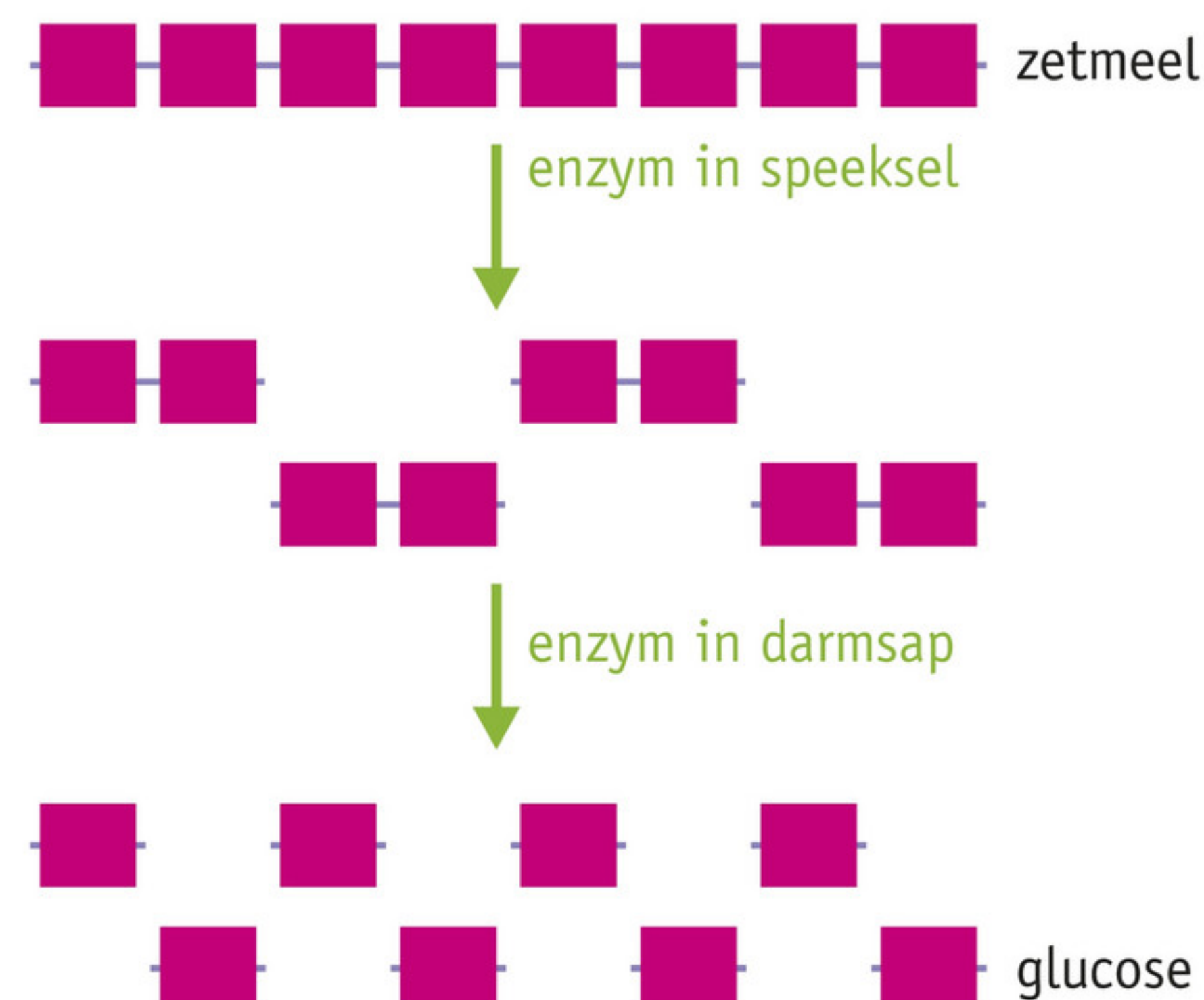


In en bij de mond liggen **speekselklieren** (zie afbeelding 29). Speekselklieren produceren speeksel. **Speeksel** is slijm dat onder andere bestaat uit water en enzym. Door het slijm kun je voedsel gemakkelijker doorslikken. Het enzym in speeksel verteert zetmeel, zodat een deel van het zetmeel al in je mond wordt afgebroken (zie afbeelding 30). Speeksel bevat ook stoffen die bacteriën doden.

▼ **Afb. 29** De ligging van de speekselklieren.



▼ **Afb. 30** De werking van verteringsenzymen.

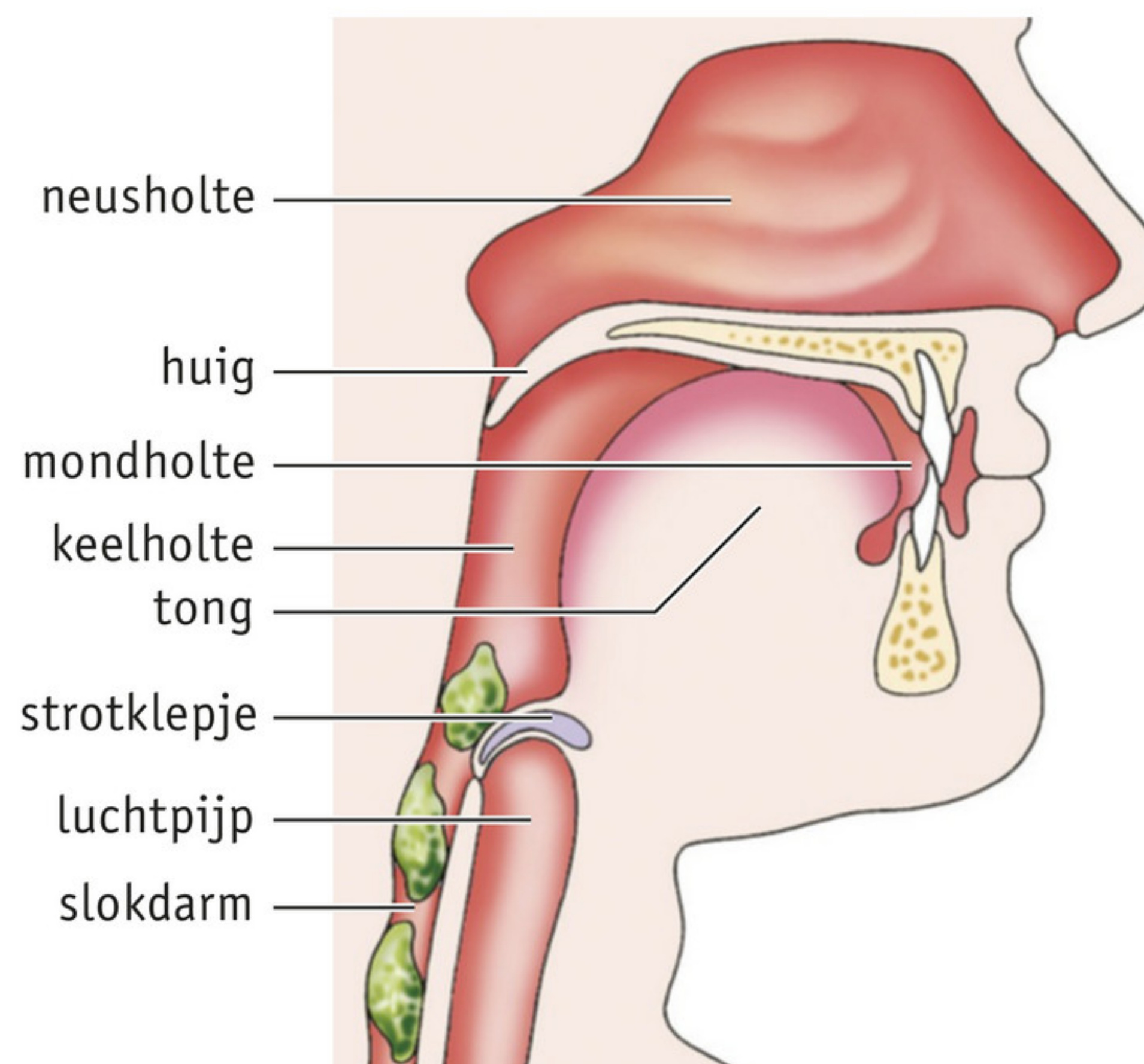


Met je tong duw je het voedsel vanuit je mondholte naar je **keelholte**. Dan treedt de slikreflex in werking. De **huig** sluit de neusholte af en het **strotklepje** de luchtpijp (zie afbeelding 31). Het voedsel kan dan alleen de **slok darm** in.

Door de darmperistaltiek wordt het voedsel in je slokdarm voortgeduwd naar je maag. In je slokdarm komen geen verteringssappen bij het voedsel.

WB PRACTICUM 3 BLZ. 49

► **Afb. 31** Het doorslikken van voedsel (schematisch).

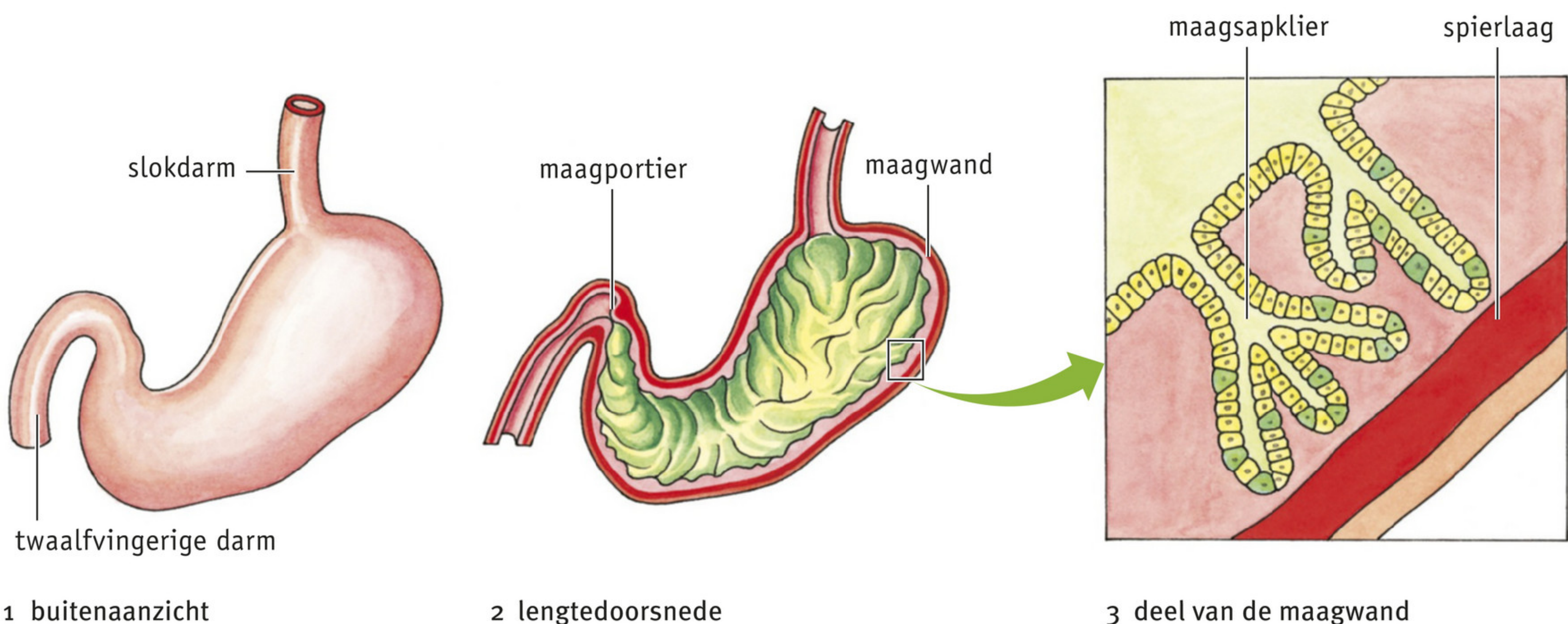


MAAG

Je **maag** is vrijwel constant in beweging. Dat komt doordat de kringspieren en de lengtespieren in de maagwand zich afwisselend samentrekken en ontspannen.

Aan het eind van je maag zit een kringspier: de **maagportier** (zie afbeelding 32.2). Deze kringspier kan de uitgang van je maag afsluiten. De maagportier laat telkens maar kleine hoeveelheden voedsel door naar je twaalfvingerige darm, zodat de maag als tijdelijke opslagplaats voor voedsel fungeert.

▼ **Afb. 32** De maag (schematisch).

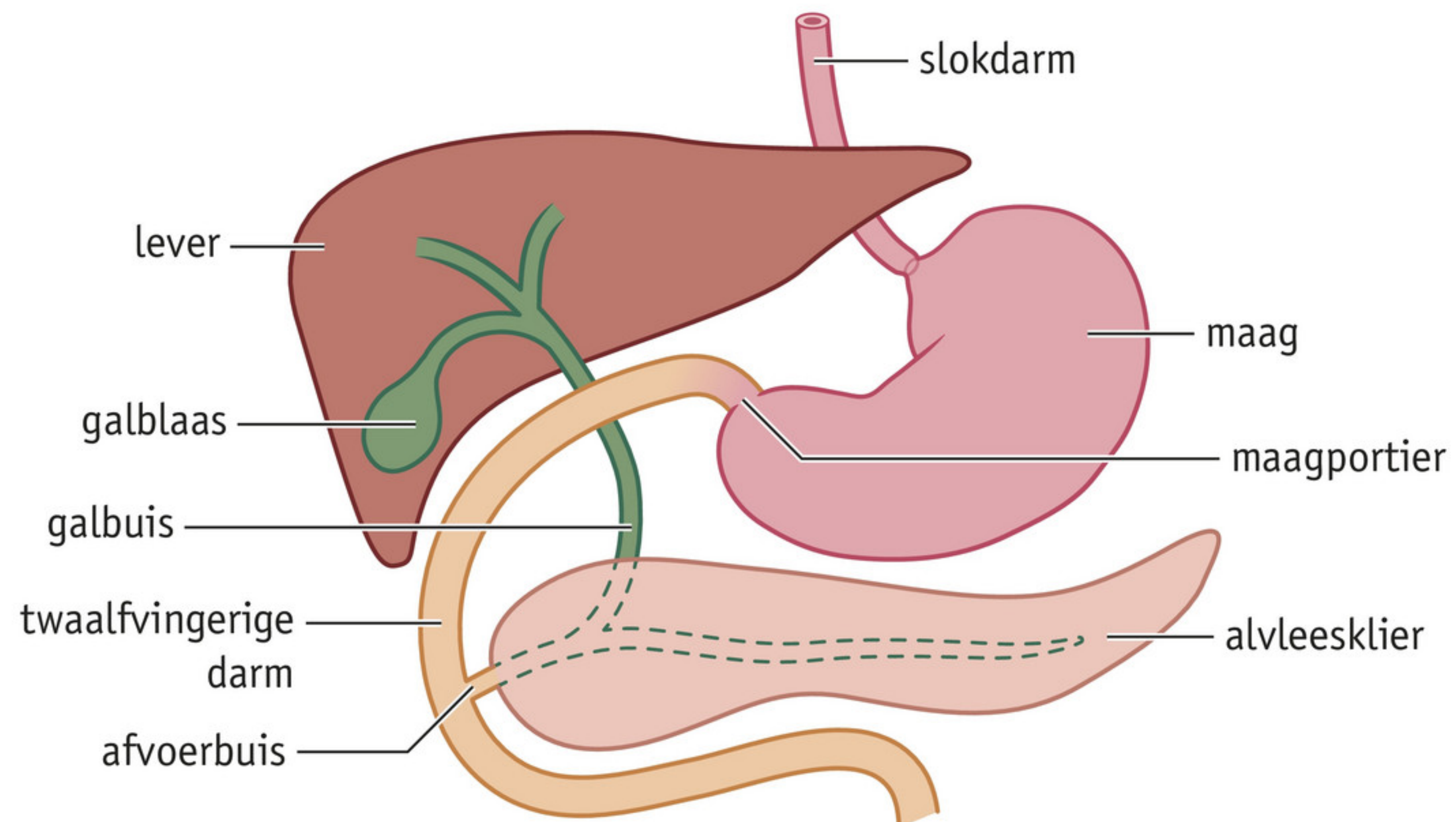


Maagsapklieren in de wand van je maag produceren **maagsap** (zie afbeelding 32.3). Door de voortdurende beweging van de maagwand wordt het voedsel in de maag gekneet en vermengd met maagsap. Maagsap bestaat onder andere uit water, **maagzuur** en enzym. Het maagzuur zorgt voor een heel lage pH in de maag. Veel van de bacteriën in het voedsel die het speeksel hebben overleefd, gaan door het maagzuur alsnog dood. Door het enzym in het maagsap worden eiwitten in je voedsel gedeeltelijk verteerd.

LEVER, GALBLAAS, ALVLEESKLIER EN TWAALFVINGERIGE DARM

De afvoerbuizen van de **lever** en de **alvleesklier** monden uit in de **twalfvingerige darm** (zie afbeelding 33). De lever produceert **gal**. Gal wordt tijdelijk opgeslagen in de **galblaas**. Via de **galbuis** wordt gal als dat nodig is naar de twalfvingerige darm gevoerd. De galblaas is dus geen klier maar een opslagplaats.

► **Afb. 33** De ligging van maag, lever, galblaas, alvleesklier en twalfvingerige darm.



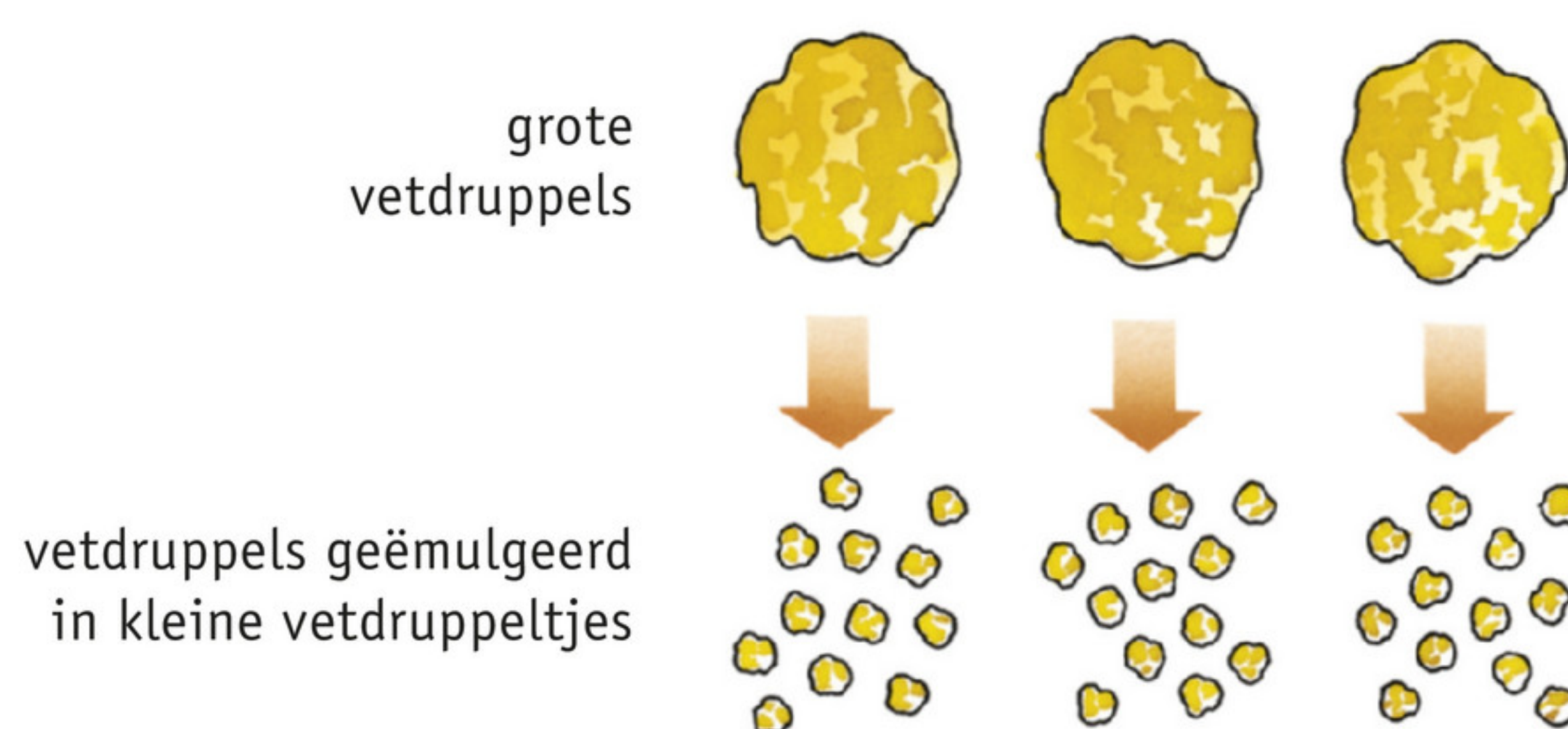
Vetten mengen niet met water; ze vormen grote druppels (zie afbeelding 34). Gal **emulgeert** vetten (zie afbeelding 35). Dat wil zeggen dat gal grote vetdruppels verdeelt in kleine vetdruppeltjes. De vetten worden door gal niet verteerd. Veel kleine vetdruppels hebben samen een veel grotere oppervlakte dan enkele grote vetdruppels, zodat enzymen beter op het vet kunnen inwerken en het vet sneller verteren.

De alvleesklier produceert **alvleessap**. Dit verteringssap bevat verschillende enzymen die eiwitten, koolhydraten en vetten verteren. In de twalfvingerige darm worden gal en alvleessap met de voedselbrij gemengd.

▼ **Afb. 34** Water met vetdruppels.



▼ **Afb. 35** Emulgeren (schematisch).



DUNNE DARM

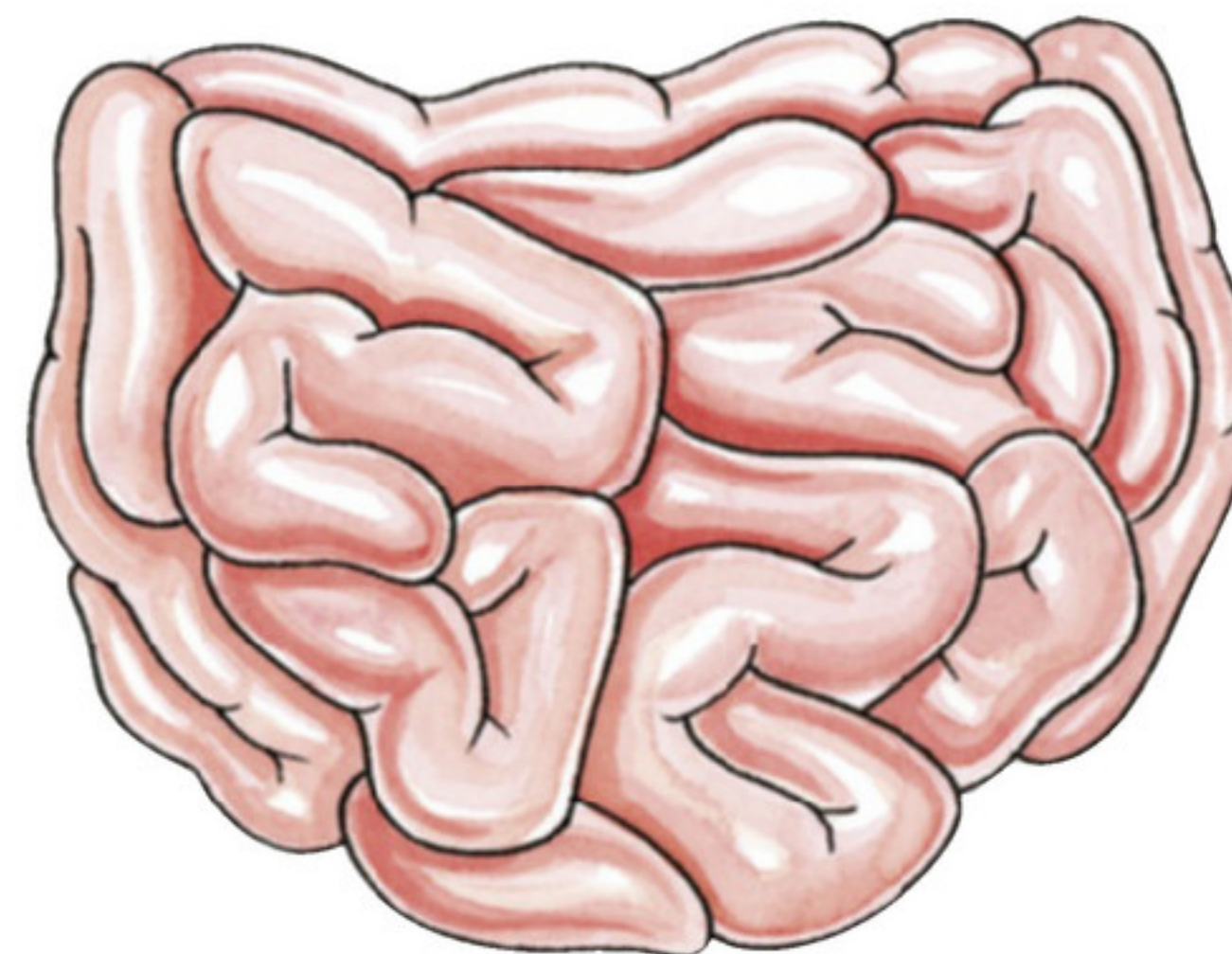
De **dunne darm** van een volwassene is zo'n zes meter lang. In de wand liggen **darmsapklieren** die darmsap produceren. **Darmsap** bevat verschillende enzymen die de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken, zodat de verteringsproducten daarna in het bloed kunnen worden opgenomen. In het darmkanaal komen verschillende verteringssappen bij de voedselbrij. Alle verteringssappen bevatten veel water, zodat de voedselbrij ook veel water bevat. In dit water zijn voedingsstoffen en verteringsproducten opgelost. In de dunne darm wordt het grootste deel van het water met de voedingsstoffen en verteringsproducten in het bloed opgenomen.

De wand van de dunne darm is sterk geplooid (zie afbeelding 36). De **darmpllooien** hebben weer uitstulpingen: de **darmvlokken**. Door de lengte, de darmpllooien en de darmvlokken is de oppervlakte van de dunne darm erg groot.

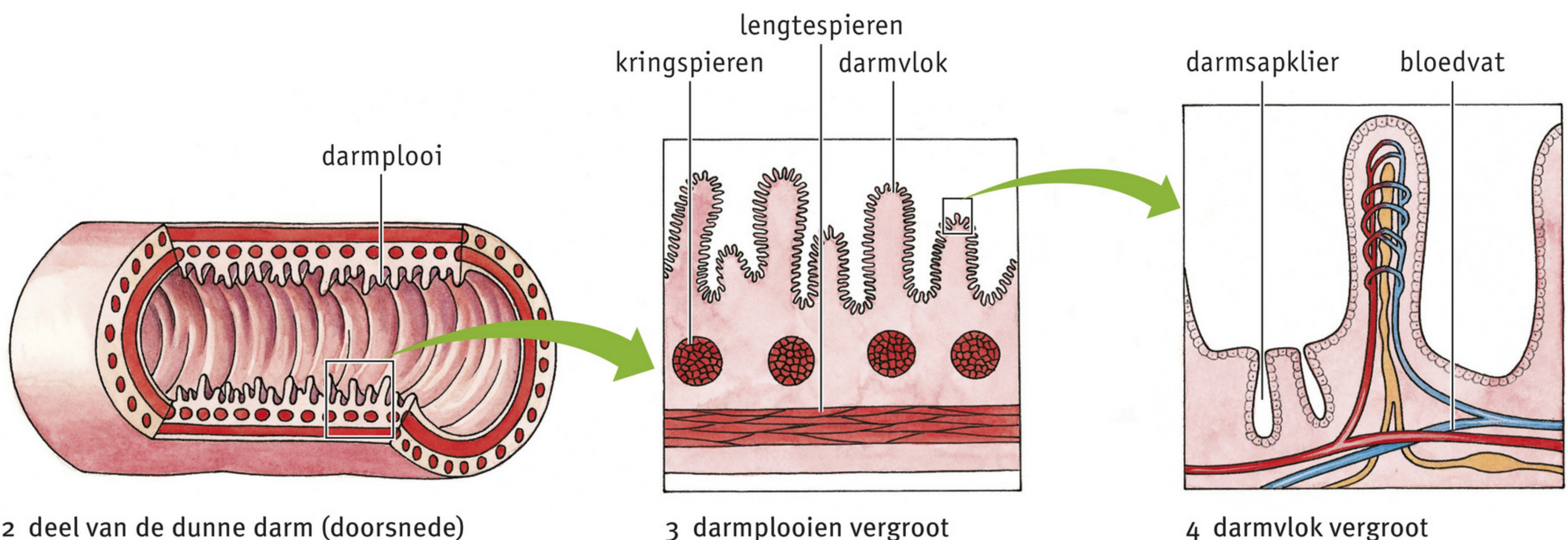
Ook is de wand van de darmvlokken erg dun. Door de grote oppervlakte en de dunne wand kunnen de voedingsstoffen en verteringsproducten snel in het bloed worden opgenomen.

In de darmvlokken bevinden zich bloedvaten. Het bloed stroomt door de darmvlokken via de **poortader** naar de lever en vervolgens door het hele lichaam. In thema 6 en 7 leer je wat er verder met de opgenomen stoffen gebeurt.

▼ **Afb. 36** De bouw van de dunne darm (schematisch).



1 dunne darm (buitenaanzicht)



2 deel van de dunne darm (doorsnede)

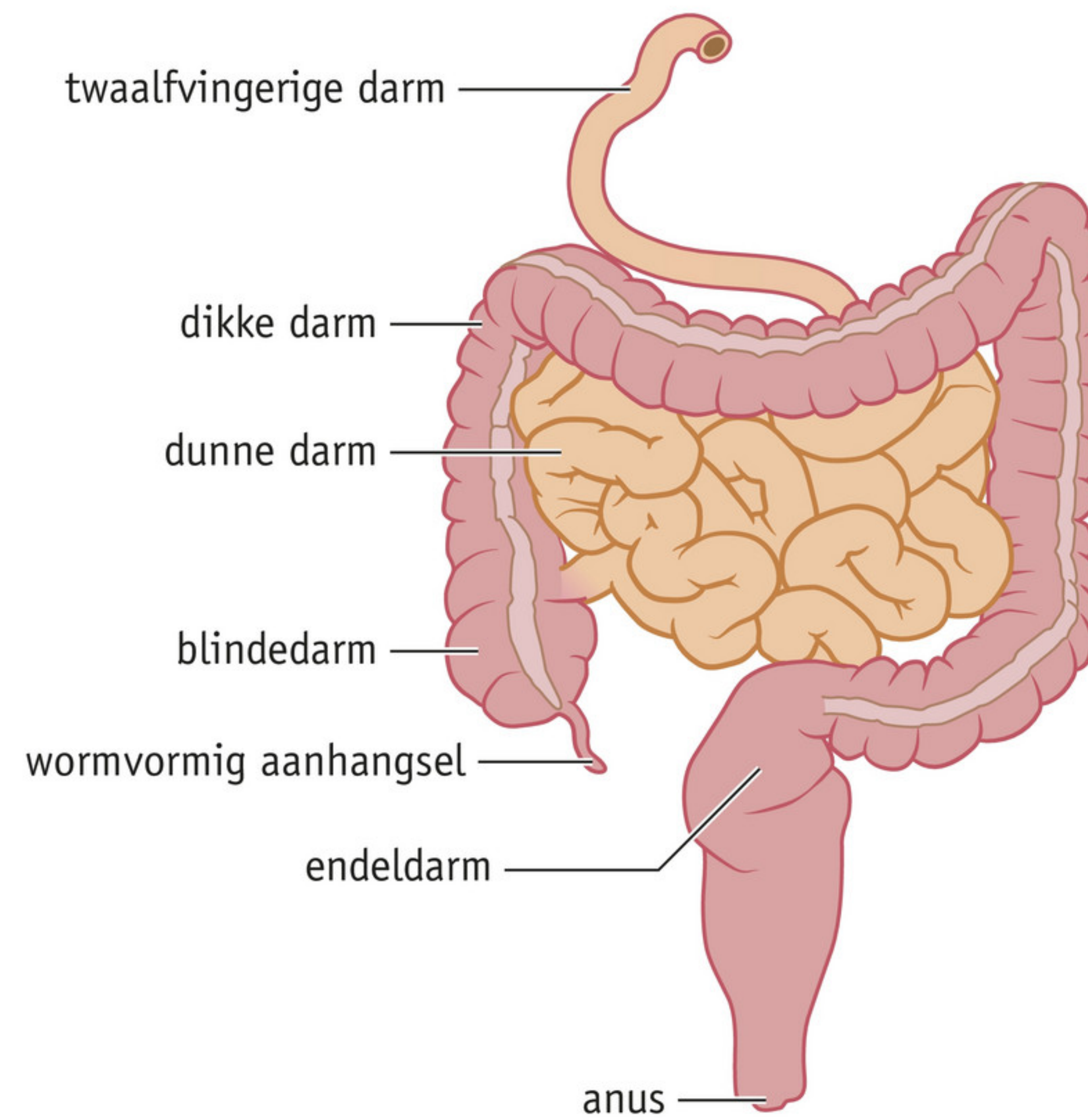
3 darmpllooien vergroot

4 darmvlok vergroot

BLINDEDARM, DIKKE DARM EN ENDELDARM

Vlak onder de plaats waar de dunne darm in de dikke darm uitmondt, ligt de **blindedarm** (zie afbeelding 37). Aan de onderkant van de blindedarm zit een uitstulping: het **wormvormig aanhangsel**. Bij een ‘blindedarmontsteking’ is het wormvormig aanhangsel ontstoken en moet dan operatief worden verwijderd. De blindedarm zelf blijft zitten.

► **Afb. 37** De ligging van dunne darm, blindedarm met wormvormig aanhangsel, dikke darm en endeldarm met anus (schematisch).



De **dikke darm** is ongeveer anderhalve meter lang. Vanuit de dunne darm komt een waterige brij van onverteerde voedselresten in de dikke darm. De dikke darm onttrekt een groot deel van het overgebleven water aan de brij. De brij van onverteerde voedselresten wordt daardoor ingedikt. Als dat niet zou gebeuren, zou je te veel vocht verliezen en uitdrogen.

Als je **diarree** hebt, wordt er in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water opgenomen in het bloed. De voedselbrij blijft dan waterig.

Plantencellen bevatten een celwand die uit cellulose bestaat. Je lichaam maakt geen enzym aan dat cellulose kan verteren.

In de dikke darm leven veel (soorten) bacteriën. Sommige soorten bacteriën produceren een enzym dat wel cellulose kan verteren tot suikers. Deze bacteriën leven van een deel van deze suikers. De overige suikers worden opgenomen in het bloed. Bacteriën in de dikke darm produceren ook andere nuttige stoffen, bijvoorbeeld vitamine K. Via de darmwand komen deze stoffen in het bloed.

Uiteindelijk komen de ingedikte, onverteerde voedselresten in de **endeldarm**. De ingedikte voedselbrij in de endeldarm noemen we ontlasting.

De uitgang van de endeldarm wordt afgesloten door de anus. De **anus** is een kringspier. Als de endeldarm is gevuld met ontlasting, krijg je aandrang om te poepen. Op het toilet ontspan je de kringspier en pers je de endeldarm leeg.

6 Planteneters, vleeseters en alleseters

Mensen zijn alleseters. Niet omdat we alles lusten, maar omdat we zowel dierlijk als plantaardig voedsel eten. Bij zoogdieren onderscheiden we planteneters, vleeseters en alleseters. Het lichaam van deze dieren is op verschillende manieren aan hun voedsel aangepast. Er zijn verschillen in het darmkanaal en het gebit.

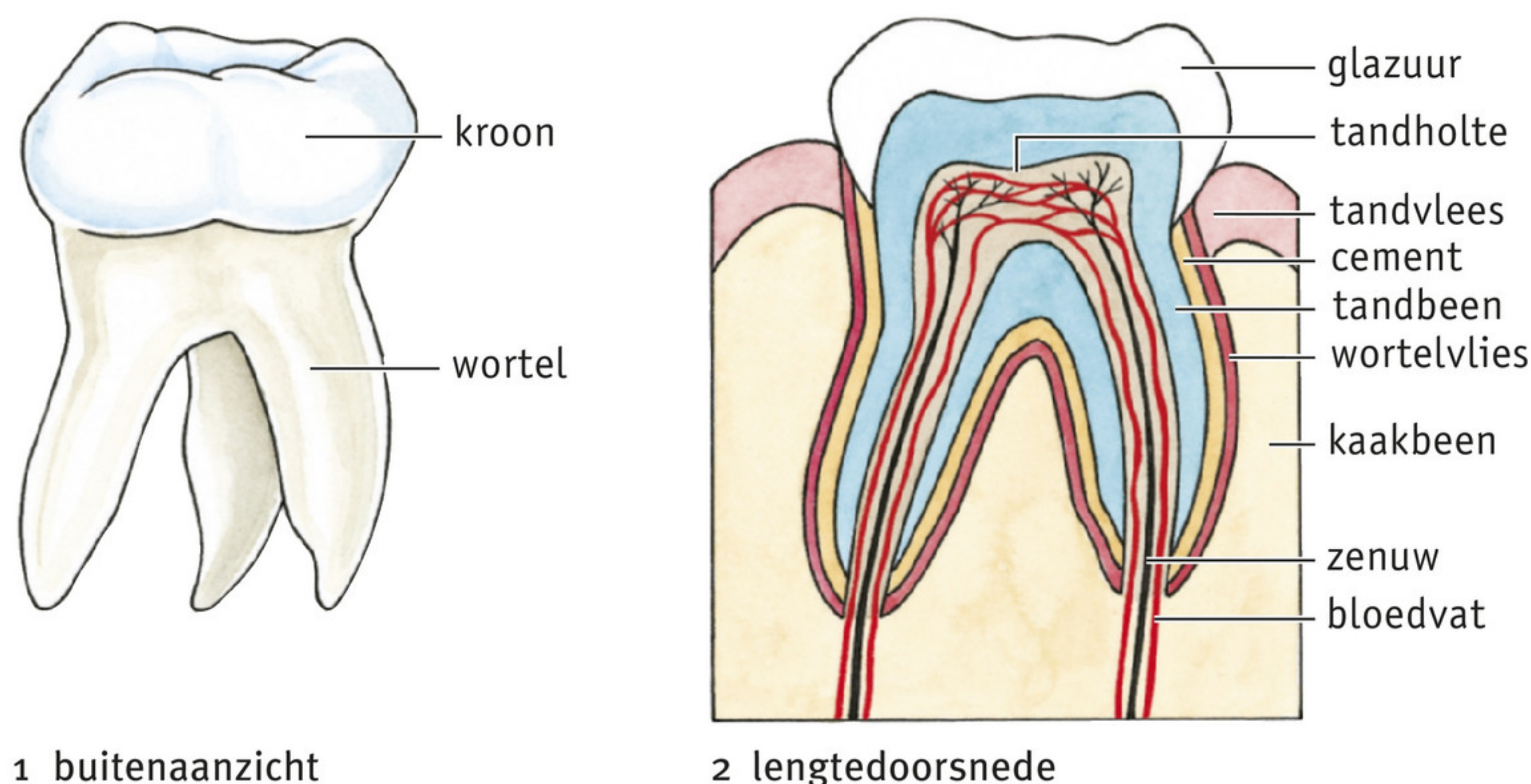
BOUW VAN HET GEBIT

Het gebit bestaat uit tanden en kiezen. Tand en kies noem je gebitselementen. Tand en kies zitten met een of meer **wortels** in de onder- of bovenkaak bevestigd (zie afbeelding 38). Het deel van een tand of kies dat buiten de kaak uitsteekt, is de **kroon**.

Een tand of kies bestaat voor het grootste deel uit **tandbeen**. Het tandbeen van de kroon is bedekt met glazuur. **Glazuur** is zeer hard en beschermt het tandbeen. Het tandbeen van de wortel(s) is bedekt met een dun laagje **cement**. In het tandbeen bevindt zich een holte. In deze **tandholte** liggen bloedvaten en zenuwen.

Om de wortel(s) zit een vlies (wortelvlies). Dit vlies zorgt voor de bevestiging van de tand of kies in de kaak. De kaak is bedekt met **tandvlees**.

► **Afb. 38** Een kies (schematisch).

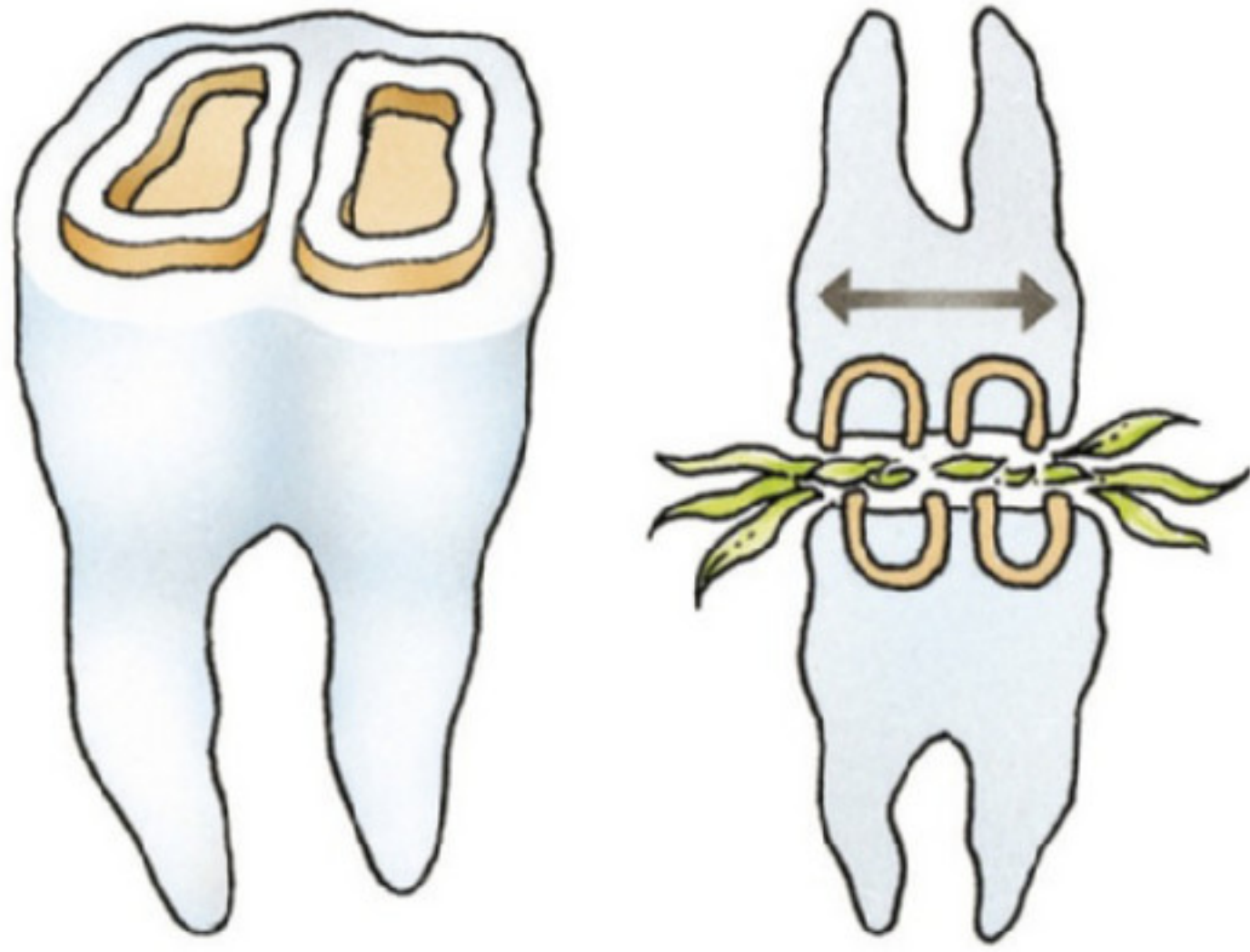


PLANTENETERS

Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel. Het verteringsstelsel van planteneters, vleeseters en alleseters is dan ook heel verschillend.

Planteneters worden ook wel herbivoren genoemd. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een lang darmkanaal. Het darmkanaal van bijvoorbeeld een paard kan wel veertig meter lang zijn. Dat is ongeveer twintig keer zo lang als het lichaam. De buik is daardoor dik in verhouding tot de lengte van het dier.

▼ **Afb. 39** Tussen de harde richels van plooikiezen wordt het voedsel fijngemalen.



Planteneters hebben **plooikiezen**. Dat zijn kiezen met harde richels van glazuur. Tijdens het kauwen wordt het voedsel tussen de harde richels fijngemalen (zie afbeelding 39). De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting. Bij planteneters ontbreken de hoektanden vaak.

VLEESETERS

Vleeseters worden ook wel carnivoren genoemd. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een kort darmkanaal. Bij een hond bijvoorbeeld is het darmkanaal ongeveer vijfenhalf keer zo lang als het lichaam. Het lichaam is daardoor slank.

Vleeseters hebben **knipkiezen**. Dat zijn scherpe kiezen waarmee ze het voedsel in stukken knippen, zodat het snel kan worden doorgeslikt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak, zodat de kiezen langs elkaar glijden zoals bij een schaar (zie afbeelding 40).

De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp (zie afbeelding 41). Ze worden gebruikt om de prooi te doden en stukken vlees los te scheuren. Ze kunnen ook worden gebruikt voor verdediging.

▼ **Afb. 40** Bij vleeseters is de bovenkaak breder dan de onderkaak.



1 vooraanzicht



2 zijaanzicht

▼ **Afb. 41** Bij vleeseters zijn de hoektanden meestal groot, spits en scherp.



▼ **Afb. 42** Alleseter (knobbelzwijn).



ALLESETERS

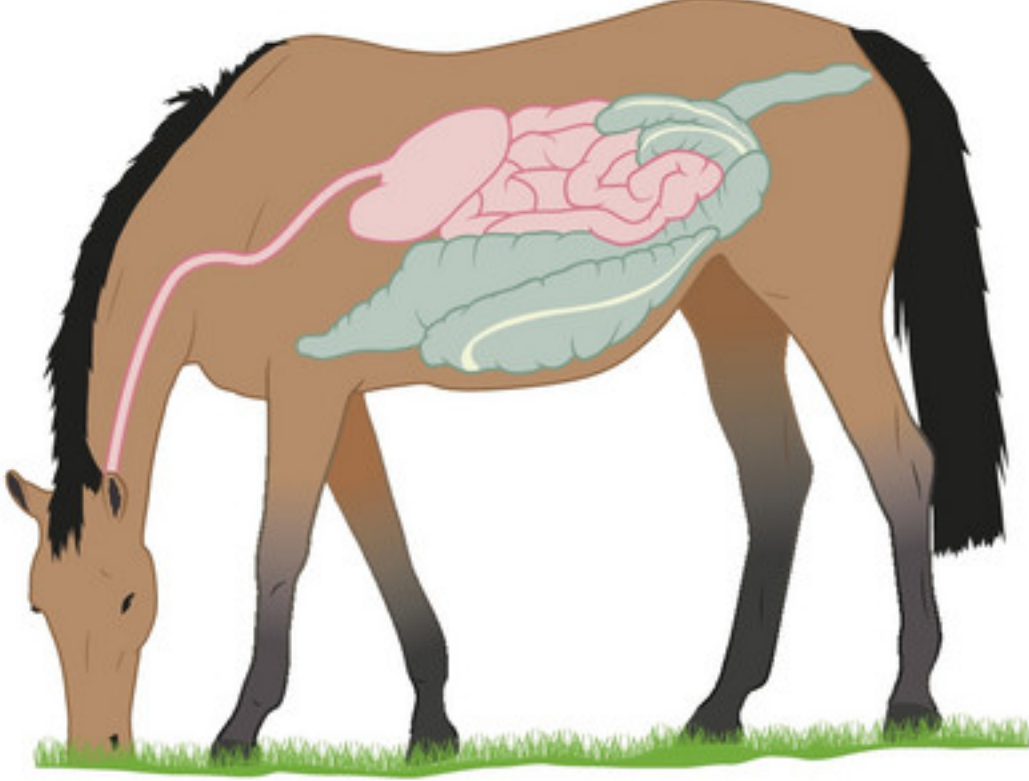
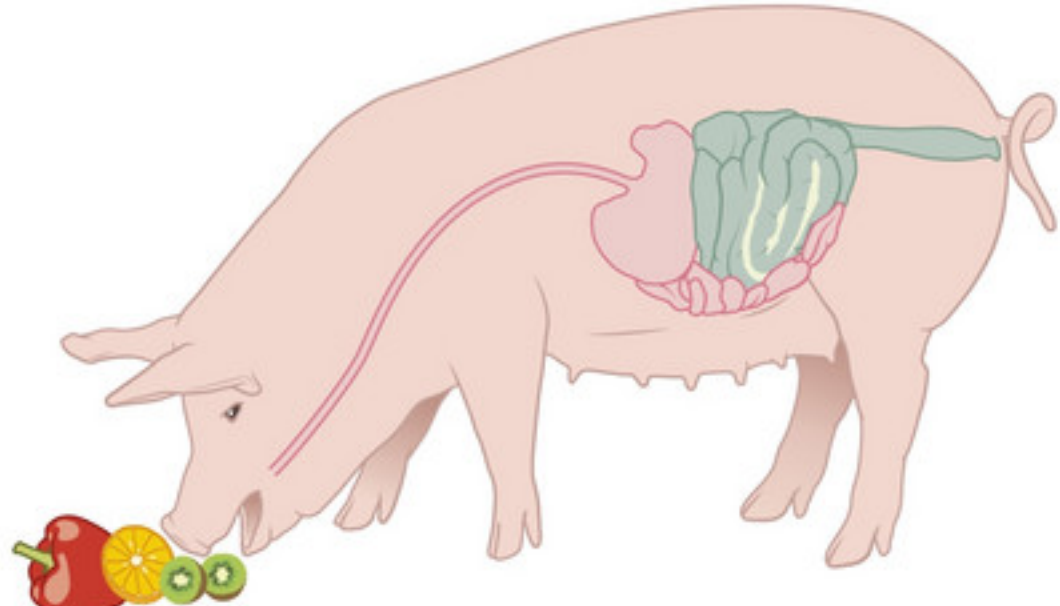
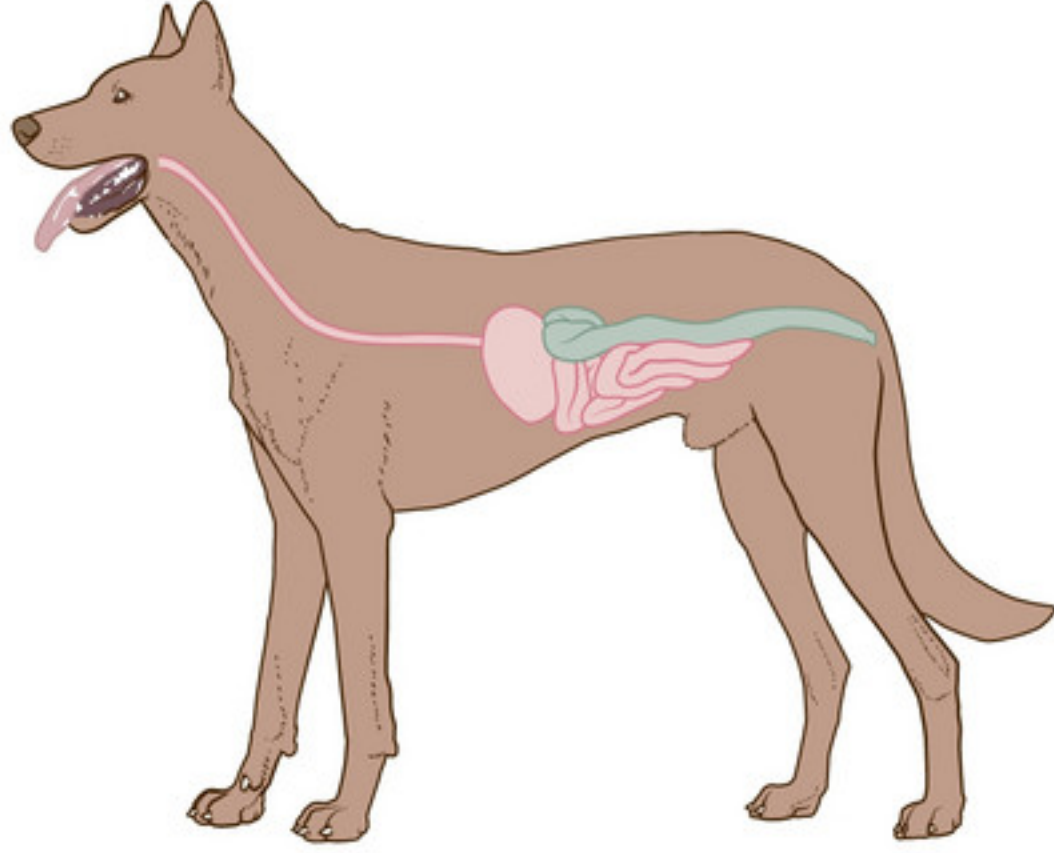
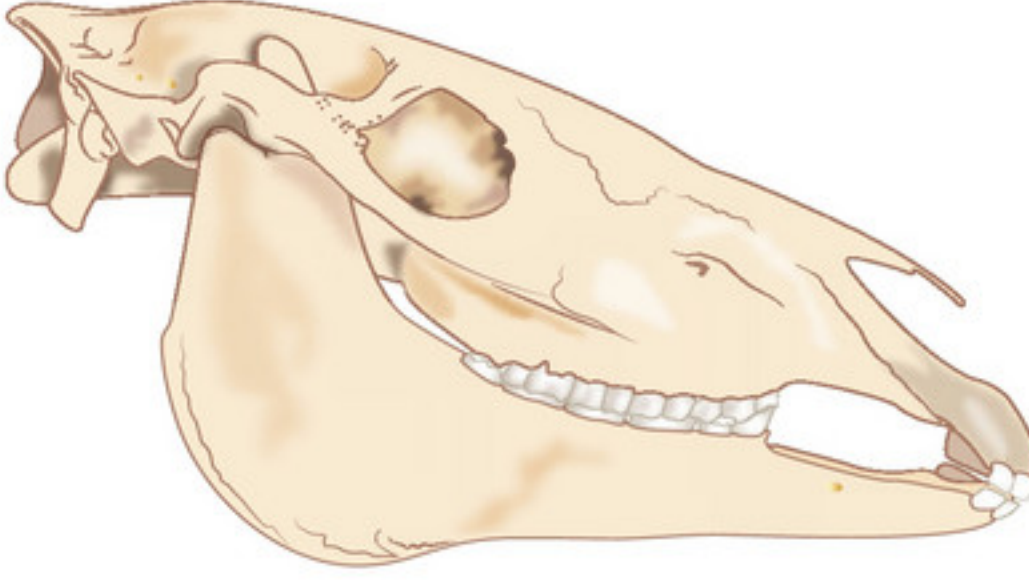
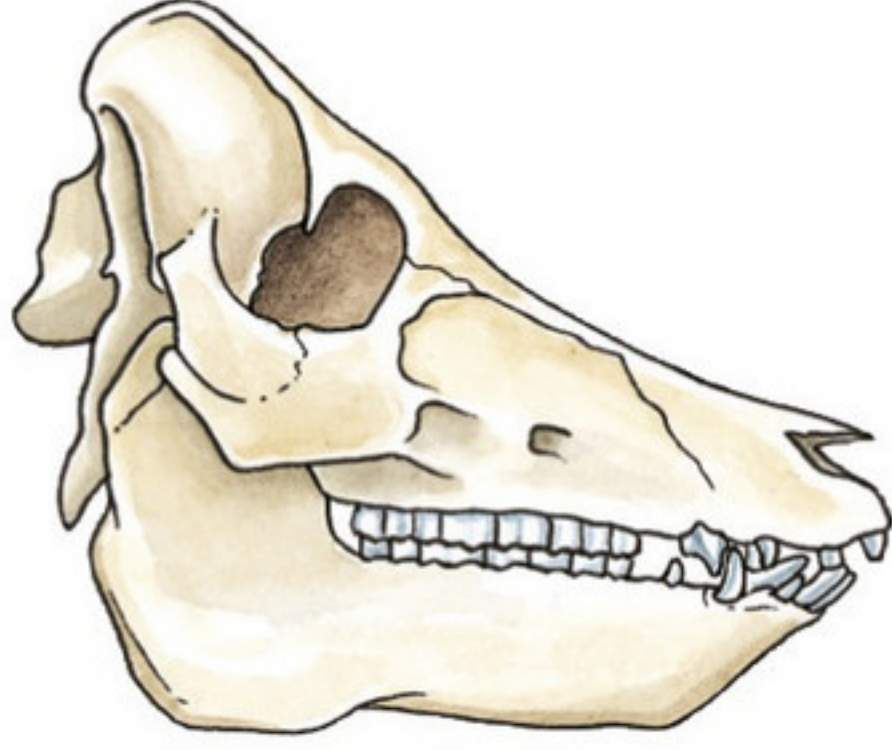
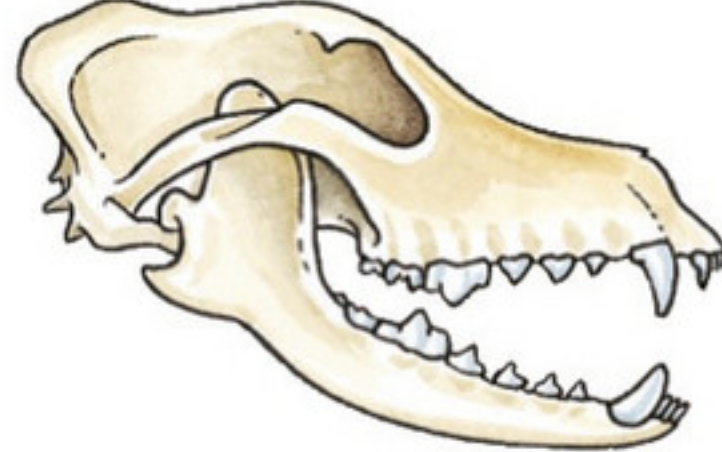
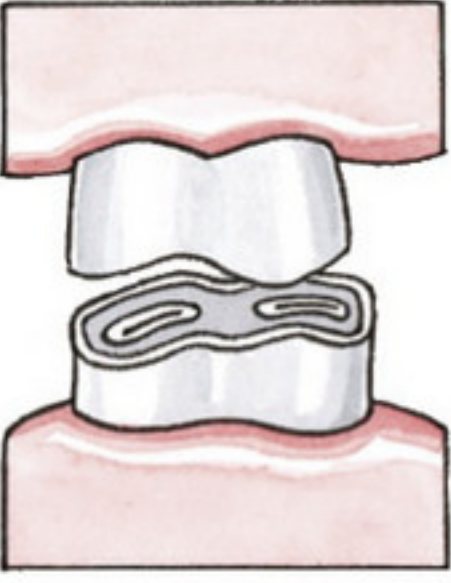
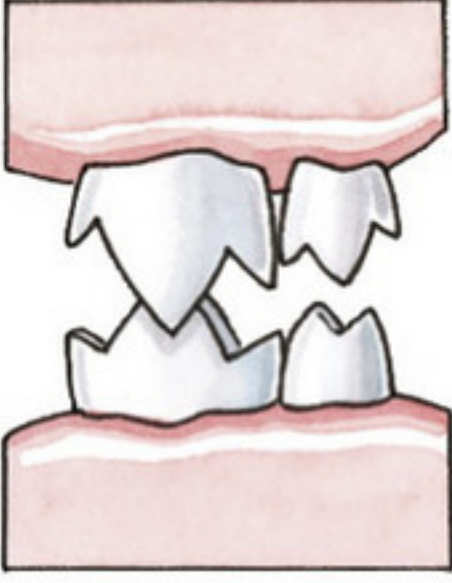
Alleseters worden ook wel omnivoren genoemd. Ze hebben in verhouding tot hun lichaamslengte een middellang darmkanaal. Bij een varken bijvoorbeeld is het darmkanaal ongeveer veertien keer zo lang als het lichaam.

Alleseters hebben **knobbeltkiesen**. Dat zijn kiezen met een knobbelig oppervlak, zodat het voedsel kan worden fijngemalen. Ook de mens is een alleseter en heeft knobbeltkiesen. Wij snijden ons voedsel klein met een mes en bewerken ons voedsel (bijvoorbeeld door het te koken). Daardoor kunnen we een groter deel van ons plantaardig voedsel verteren.

Alleseters hebben meestal hoektanden. Bij sommige alleseters zijn die groot, spits en scherp (zie afbeelding 42). Ze worden gebruikt om een prooi te doden. Bij andere alleseters zijn de hoektanden vrijwel even groot als de snijtanden.

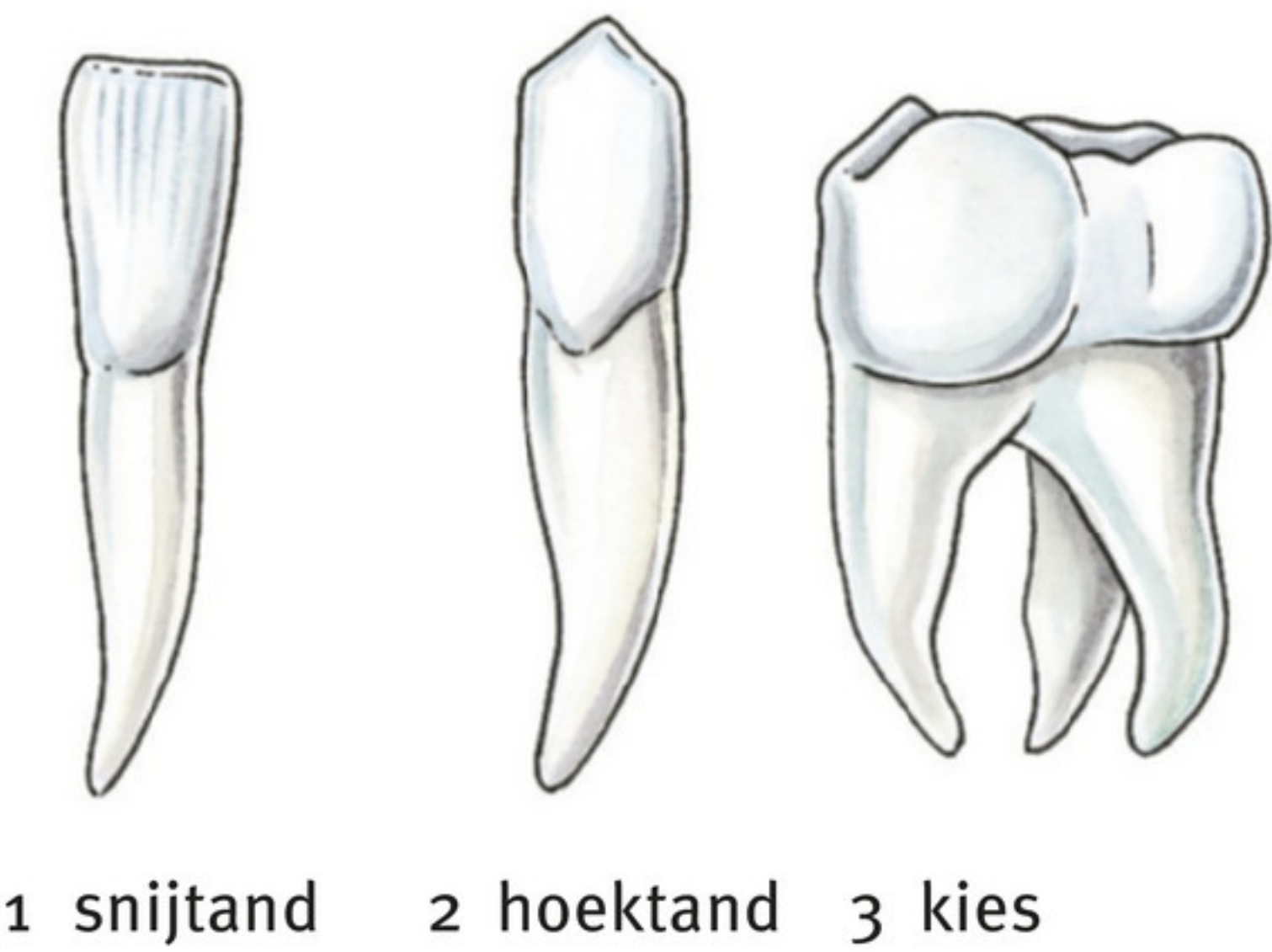
▼ Afb. 43

In afbeelding 43 zijn de kenmerken van de lichaamsbouw van planteneters, alleseters en vleeseters weergegeven.

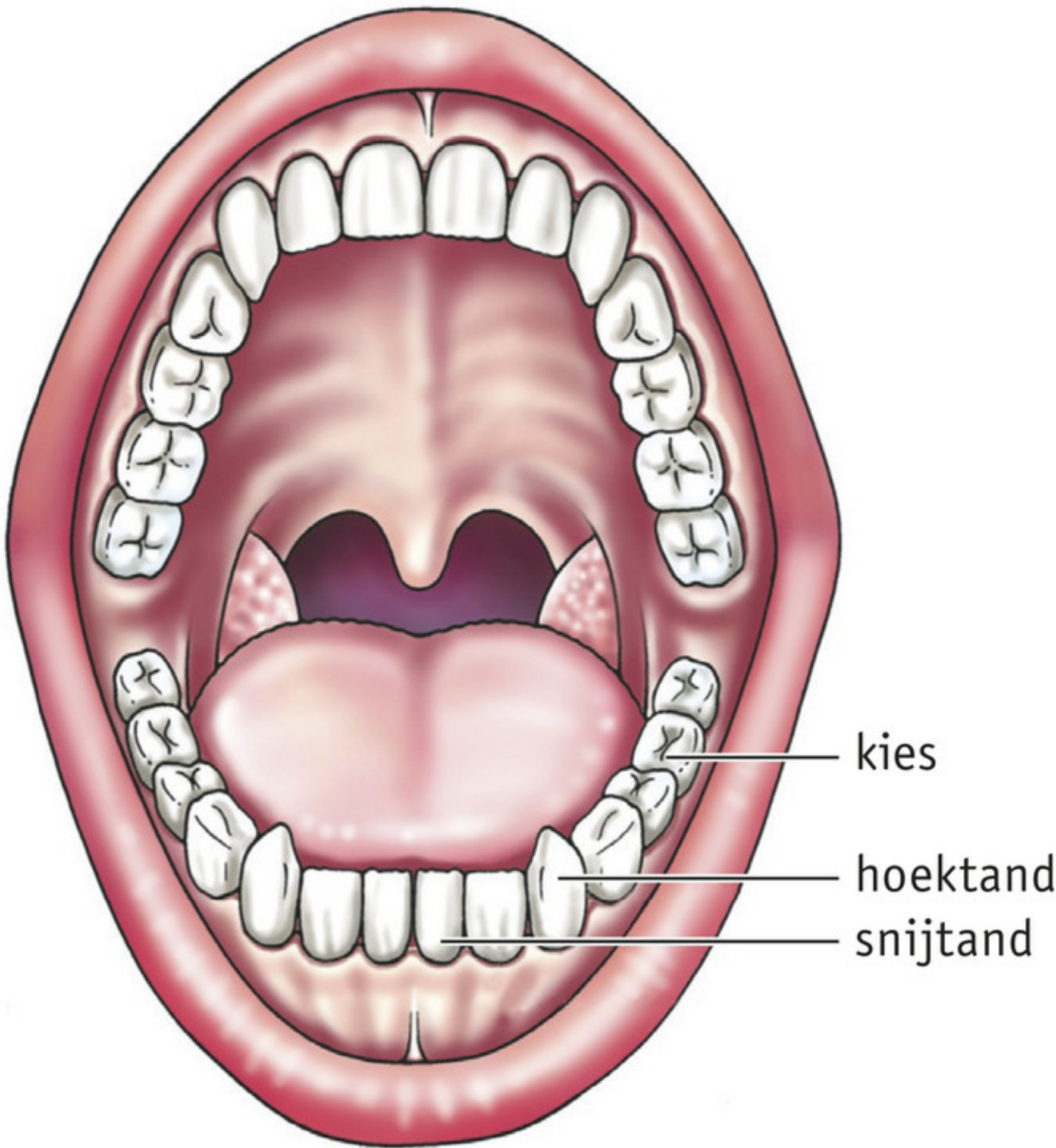
	PLANTENETER	ALLESETER	VLEESETER
1 Lengte darmkanaal in verhouding tot lichaamslengte	20× lichaamslengte 	14× lichaamslengte 	5,5× lichaamslengte 
2 Schedel			
3 Kiezen	plooikiezen 	knobbelkiezen 	knipkiezen 

Bij de mens zijn de hoektanden iets puntiger dan de snijtanden (zie afbeelding 44). Met je tanden bijt je stukken van je voedsel af. Op jouw leeftijd heb je in elke kaakhelft waarschijnlijk vier kiezen (zie afbeelding 45). Je kunt in elke kaakhelft een kies erbij krijgen. Deze verstandskiezen zitten achter in je kaak.

▼ Afb. 44 Gebitselementen van de mens.



▼ Afb. 45 Gebit van de mens (zonder verstandskiezen).



VERZORGING VAN HET GEBIT

Voor een gezond gebit is het nodig dat je elke dag je tanden en kiezen minstens één keer grondig poetst. Het fluoride in tandpasta gaat tandbederf tegen. **Tandbederf** is de aantasting van het gebit door tandplak. **Tandplak** is een dun laagje aanslag dat zich elke dag op je tanden en kiezen afzet. Tandplak bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel. Door te poetsen verwijder je de tandplak van je tanden en kiezen. Tandplak kan verkalken tot tandsteen. Je kunt dit zelf niet verwijderen. Een tandarts of mondhygiënist kan dat wel.

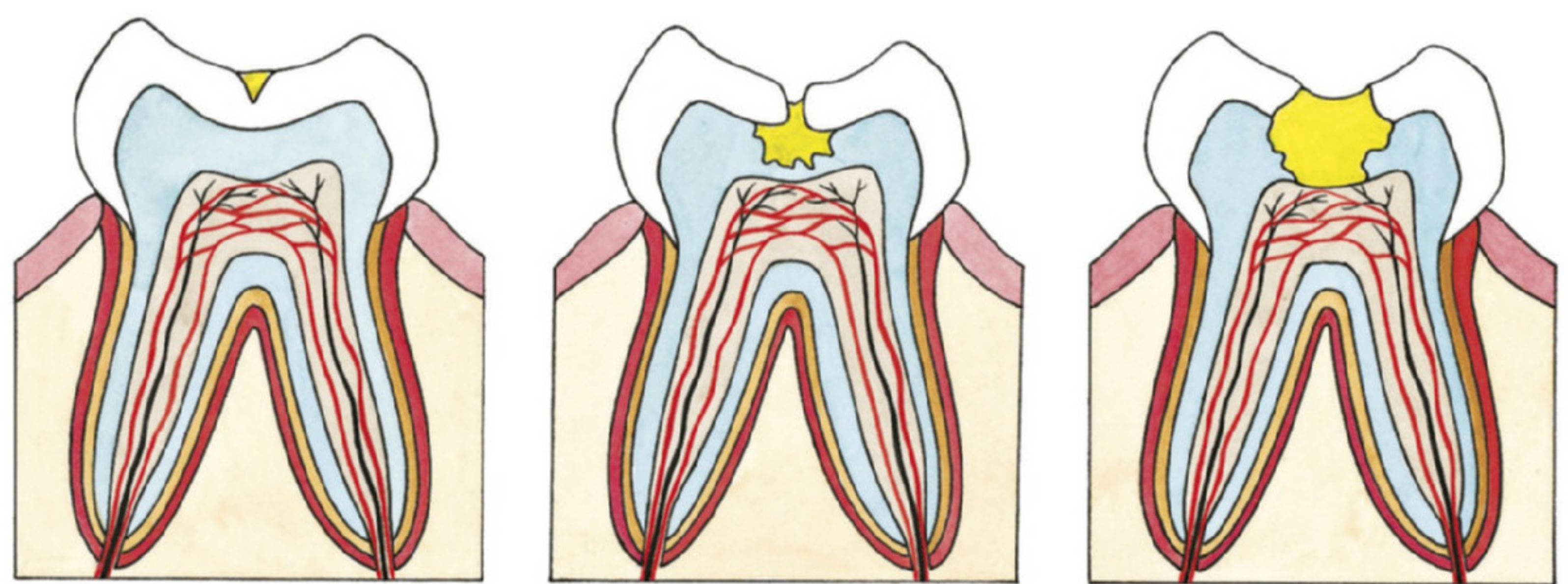
Onder invloed van een deel van de bacteriën uit tandplak wordt het glazuur van je tanden en kiezen aangetast. In je voedsel zitten altijd wel suikers. Bacteriën breken deze suikers af waarbij zuur ontstaat. In dat zuur lost telkens een klein beetje glazuur op. De bacteriën vormen dit zuur vooral op de momenten dat je eet of vlak erna.

Als je een gezond gebit hebt, kan het geen kwaad dagelijks zo'n zes tot zeven keer (iets) te eten. Tussendoor krijgt het tandglazuur dan de tijd om zich te herstellen. Maar als je vaker iets eet, wordt de kans op tandbederf groter, zeker als de tussendoortjes veel suiker bevatten. Het glazuur kan zich dan niet tijdig herstellen, waardoor er gaatjes kunnen ontstaan. Daarna kan het tandbeen worden aangetast en ten slotte de hele tand of kies (zie afbeelding 46).

Ook voedingsmiddelen kunnen zure stoffen bevatten die het glazuur van tanden aantasten. Aantasting van het gebit door zure voedingsstoffen wordt **tanderosie** genoemd. Je kunt dit voorkomen door minder vaak zuurhoudende dranken (bijvoorbeeld fruitsap en frisdrank) en vaker water en thee te drinken. Poets daarnaast niet meteen na het eten je tanden. Anders krijgt het glazuur geen kans om zich te herstellen.

WB OPDRACHT 42 T/M 49 BLZ. 42

► **Afb. 46** Drie fasen van tandbederf (schematisch).



1 het glazuur is aangetast

2 ook het tandbeen is aangetast

3 de hele kies is aangetast

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven welke rol bacteriën en schimmels spelen bij de voedselproductie en bij voedselbederf.

- Bacteriën en schimmels kunnen koolhydraten omzetten in stoffen die nuttig zijn bij de productie van voedingsmiddelen.
 - Melkzuurbacteriën produceren melkzuur en worden gebruikt bij de productie van o.a. kaas, yoghurt en zuurkool.
 - Gisten produceren koolstofdioxide en alcohol en worden gebruikt bij de productie van o.a. brood, bier en wijn.
- Bacteriën en schimmels kunnen voedselbederf veroorzaken.
 - Voedselvergiftiging: ontstaat vaak door het eten van voedsel dat met bacteriën is besmet.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de werking van enzymen beschrijven.

- In alle organismen vinden stofwisselingsprocessen plaats.
 - Voorbeelden zijn assimilatie, fotosynthese, verbranding en gisting.
- Enzymen versnellen de reacties van stofwisselingsprocessen zonder daarbij zelf te worden verbruikt.
 - Enzymen zijn eiwitten.
 - Enzymen werken specifiek: één enzym kan slechts één reactie versnellen.
- Enzymactiviteit: de snelheid waarmee een enzym een reactie versnelt.
- De temperatuur en zuurgraad beïnvloeden de enzymactiviteit volgens een optimumkromme.
 - Minimumtemperatuur (-pH): de laagste temperatuur (pH) waarbij een enzym nog actief is.
 - Optimumtemperatuur (-pH): de temperatuur (pH) waarbij de enzymactiviteit het grootst is.
 - Maximumtemperatuur (-pH): de hoogste temperatuur (pH) waarbij een enzym actief is.
- De zuurgraad (pH) geeft aan of een oplossing zuur, neutraal of basisch is.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

Je kunt manieren noemen waarop voedsel kan worden geconserveerd.

- Conserveren: voedsel behandelen zodat het niet of minder snel bederft.
 - De omstandigheden voor bacteriën en schimmels worden ongunstig gemaakt.

- Invriezen (bijv. vlees): de temperatuur verlagen tot -18°C .
- Koelen (bijv. groente): de temperatuur verlagen tot 4°C .
- Pasteuriseren (bijv. melk): verhitten tot 72°C .
- Steriliseren (bijv. lang houdbare melk): verhitten tot $130-140^{\circ}\text{C}$.
- Veel voedsel wordt na verhitting ingeblikt (bijv. groenten) of vacuüm verpakt (bijv. koffie).
- Drogen (bijv. soep): onttrekken van water aan het voedsel.
- Natuurlijke conserveermiddelen toevoegen: zuur (bijv. augurken), suiker (bijv. jam) of zout (bijv. olijven).
- Kunstmatige conserveermiddelen toevoegen: bijv. sulfiet in dranken.
- Additieven: stoffen die aan producten worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken (bijv. conserveermiddelen, geur-, kleur- en smaakstoffen).

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt de functies van voedingsstoffen en voedingsvezels in voedingsmiddelen noemen.

- Voedingsmiddelen: alle producten die je eet of drinkt.
- Voedingsstoffen: de stoffen waaruit voedingsmiddelen bestaan.
- Voedingsvezels: onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel.
 - Bevorderen de darmbewegingen en de stoelgang.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Je kunt zes groepen voedingsstoffen met hun functies en kenmerken noemen. Je kunt aangeven hoe glucose en zetmeel kunnen worden aangetoond met een indicator.

- Een deel van de opgenomen koolhydraten wordt omgezet in glycogeen. Glycogeen is een reservestof.
- Een teveel aan opgenomen koolhydraten wordt omgezet in vet en opgeslagen.
- Een teveel aan opgenomen vet wordt opgeslagen, vooral onder de huid waardoor je dikker wordt.
 - Verzadigde vetten dienen vooral als brandstof. Door het eten van veel verzadigde vetten neemt de kans op hart- en vaatziekten toe.
 - Onverzadigde vetten dienen vooral als bouwstof.
- Voedingsstoffen kun je aantonen met behulp van indicatoren.
 - Met joodoplossing kun je zetmeel aantonen.
 - Met teststrookjes kun je glucose aantonen.

▼ **Tabel 1** Groepen voedingsstoffen en hun functie.

Groep voedingsstoffen	Bouwstoffen	Brandstoffen	Reservestoffen	Beschermende stoffen	Voorbeeld
Eiwitten	X	X			
Koolhydraten	X	X	X		glucose, suikers, zetmeel
Vetten	X	X	X		
Water	X				
Mineralen (zouten)	X			X	calcium (kalkzouten in beenderen), ijzer (in hemoglobine)
Vitaminen	X			X	vitamine A, B, C, D, E en K

▼ **Afb. 47** De vakken van de schijf van vijf.

	Voedingsmiddelen	Nodig voor
	Groente en fruit	vitaminen (o.a. vitamine C), mineralen en voedingsvezels
	Zachte of vloeibare smeer- en bereidingsvetten	vetten en vitaminen
	Vis, peulvruchten, vlees, eieren, noten en vegetarische producten	eiwitten, onverzadigde vetten, mineralen (o.a. ijzer en calcium) en vitaminen
	Zuivel, zoals melk, yoghurt en kaas	
	Ongezouten noten	
	(Volkoren)brood, (volkoren)pasta, couscous en (zilervlies)rijst	koolhydraten (zetmeel), plantaardige eiwitten, mineralen, vitaminen en voedingsvezels
	Vocht, zoals kraanwater, thee en koffie	water

DOELSTELLING 6 BASISSTOF 3

Je kunt met behulp van de schijf van vijf adviezen voor een gezonde voeding en leefstijl geven.

- Adviezen voor een gezonde voeding en leefstijl:
 - Eet gevarieerd.
 - Eet niet te veel en beweeg voldoende.
 - Eet weinig verzadigd vet.
 - Eet veel groente, fruit en volkorenbrood.
 - Ga veilig met je voedsel om.

DOELSTELLING 7 BASISSTOF 3

Je kunt factoren noemen die van invloed zijn op de grondstofwisseling en op de verbranding in organismen.

- Grondstofwisseling: de stofwisseling van het lichaam in rust.
 - De grondstofwisseling is o.a. afhankelijk van het geslacht, de leeftijd, de lengte, het lichaamsgewicht en de milieutemperatuur.
- In een organisme vindt meer verbranding plaats naarmate het organisme meer beweegt.

- De grondstofwisseling en de mate van lichamelijke inspanning bepalen samen de energiebehoefte.
- Hoeveelheden energie kunnen worden weergegeven in kilocalorieën (kcal).

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 4

Je kunt omschrijven wat vertering is en de functie van verteringssappen en enzymen hierbij aangeven. Je kunt beschrijven hoe de darmperistaltiek tot stand komt en de functies ervan noemen.

- De volgorde waarin voedsel het verteringskanaal passeert: mond, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, dunne darm, dikke darm, endeldarm en anus.
- Vertering: het afbreken van voedingsstoffen die niet door de darmwand heen kunnen in verteringsproducten die wel door de darmwand heen kunnen en in het bloed kunnen worden opgenomen.
 - Eiwitten, de meeste koolhydraten (bijv. suikers en zetmeel) en vetten worden verteerd.
 - Glucose, mineralen, vitaminen en water hoeven niet te worden verteerd.
- Vertering gebeurt met behulp van verteringssappen.
 - Verteringssappen worden gemaakt door verteringsklieren.
 - Veel verteringssappen bevatten enzymen.
- Darmperistaltiek (peristaltische bewegingen): het afwisselend samentrekken en ontspannen van de kringspieren en de lengtespieren in de wand van het hele verteringskanaal.
 - Functie: de voedselbrij voortduwen, kneden en mengen met verteringssappen.

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Je kunt de delen van het verteringsstelsel noemen met hun functies en kenmerken.

- Mondholte met gebit en speekselklieren.
 - Functie gebit: het voedsel in kleine stukjes verdelen (kauwen), zodat je het beter kunt doorslikken. Ook vergroot je de oppervlakte van het voedsel, zodat enzymen op een grotere oppervlakte kunnen inwerken.
 - Functie speekselklieren: speeksel produceren.
 - Functie tong: voedsel van de mondholte naar de keelholte duwen. Hierop volgt de slikreflex.
 - Functie huig: de neusholte afsluiten als je slikt.
 - Functie strotklepje: de luchtpijp afsluiten als je slikt.
- Slokdarm.
 - Functie: het voedsel verplaatsen van de keelholte naar de maag (door peristaltische bewegingen).

- Maag.
 - Functie: het voedsel tijdelijk opslaan.
 - Maagportier: kringspier die de maag afsluit.
 - Maagsapklieren produceren maagsap.
- Lever.
 - Functie: gal produceren.
- Galblaas.
 - Functie: gal tijdelijk opslaan en afvoeren naar de twaalfvingerige darm via de galbuis.
- Alvleesklier.
 - Functie: alvleessap produceren.
- Twaalfvingerige darm.
 - Functie: gal en alvleessap vermengen met de voedselbrij.
- Dunne darm.
 - Functie: water met voedingsstoffen en verteringsproducten opnemen in het bloed.
 - Door darmplouwen en darmvlokken heeft de wand een grote oppervlakte. De darmvlokken bevatten veel bloedvaten.
 - Darmsapklieren produceren darmsap.
- Blindedarm met wormvormig aanhangsel.
 - Bij blindedarmontsteking is het wormvormig aanhangsel ontstoken.
- Dikke darm.
 - Functie: water onttrekken aan de brij van onverteerde voedselresten, die daardoor wordt ingedikt.
 - Bij diarree wordt in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water in het bloed opgenomen.
 - In de dikke darm leven veel (soorten) bacteriën, die o.a. cellulose verteren en vitamine K produceren.
- Endeldarm.
 - Functie: tijdelijk opslaan van onverteerde voedselresten (ontlasting).
 - Anus: kringspier die de endeldarm afsluit.

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Je kunt de verteringssappen noemen met hun functies.

- Speeksel is slijm dat o.a. bestaat uit water en een enzym.
 - Functie slijm: voedsel gemakkelijker kunnen doorslikken.
 - Functie enzym: zetmeel voor een deel verteren.
 - Speeksel doodt bacteriën in het voedsel.
- Maagsap bestaat o.a. uit water, maagzuur en een enzym.
 - Functie maagzuur (lage pH): bacteriën in het voedsel doden.
 - Functie enzym: eiwitten voor een deel verteren.

- Gal bevat geen enzym.
 - Functie: vetten emulgeren (grote vetdruppels verdelen in kleine vetdruppeltjes). Gal vergroot de oppervlakte van de vetten, zodat de vetten beter bereikbaar zijn voor enzymen.
- Alveleessap bevat verschillende enzymen.
 - Functie enzymen: eiwitten, koolhydraten en vetten verteren.
- Darmsap bevat verschillende enzymen.
 - Functie enzymen: de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt de delen van een tand of kies noemen met hun kenmerken.

- Het gebit bestaat uit snijtanden, hoektanden en kiezen.
- Uitwendige bouw van een tand of kies:
 - kroon: deel dat buiten de kaak uitsteekt;
 - wortel(s): deel in de kaak.
- Inwendige bouw van een tand of kies:
 - tandbeen: grootste deel waaruit een tand of kies bestaat;
 - glazuur: zeer harde laag om het tandbeen van de kroon;
 - cement: laagje om het tandbeen van de wortel(s);
 - tandholte: holte in het tandbeen waarin de bloedvaten en zenuwen liggen.
- De kaak is bedekt met tandvlees.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Je kunt bij zoogdieren het verband aangeven tussen de voedselkeuze, de lengte van het darmkanaal en de kenmerken en functies van de tanden en kiezen.

- Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel.
- Planteneters (herbivoren):
 - Het darmkanaal is lang in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben plooikiezen waarmee ze plantaardig voedsel kunnen fijnmalen. De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting.
 - De hoektanden ontbreken vaak.
- Vleeseters (carnivoren):
 - Het darmkanaal is kort in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben knipkiezen waarmee ze dierlijk voedsel in stukken kunnen knippen.
 - De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp. Ze worden gebruikt om de prooi te doden en stukken vlees los te scheuren.

- Alleseters (omnivoren):
 - Het darmkanaal is middellang in verhouding tot de lichaamslengte.
 - Hebben knobbelkiezen waarmee ze voedsel kunnen fijnmalen.
 - De hoektanden zijn meestal aanwezig. Hoektanden en snijtanden dienen om stukken van het voedsel af te bijten.

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 6

Je kunt omschrijven wat tandplak en tanderosie is.

- Tandbederf: aantasting van tanden en kiezen door tandplak of tanderosie.
 - Poetsen met fluoride tandpasta gaat tandbederf tegen.
- Tandplak: een dun laagje aanslag dat zich dagelijks op de tanden en kiezen afzet.
 - Bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel.
- Gevolgen van tandplak:
 - Bacteriën in tandplak zetten suikers uit het voedsel om in zuur. In het zuur lost het glazuur van tanden en kiezen op, waardoor er gaatjes kunnen ontstaan.
 - Tandplak kan verkalken tot tandsteen.
- Tanderosie: aantasting van het gebit door zure stoffen in voedsel.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geoefend in het aflezen en maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het formuleren van een onderzoeksvraag.
- Je hebt geoefend in het trekken van een conclusie uit onderzoeksresultaten.
- Je hebt geoefend in het aflezen van etiketten van voedingsmiddelen.
- Je hebt geleerd glucose en zetmeel aan te tonen in voedingsmiddelen.
- Je hebt geleerd hoe je informatie kunt halen uit de schijf van vijf.
- Je hebt geleerd hoeveelheden voedingsstoffen en energie in voedingsmiddelen te berekenen.
- Je hebt geleerd hoe je een voedingsmiddelentabel moet gebruiken.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een voedingsspecialist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1 BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In een proef wordt uit een liter melk yoghurt gemaakt.
Neemt de hoeveelheid energierijke stoffen in de melk in de loop van deze proef af, blijft deze gelijk of neemt deze toe? Leg je antwoord uit.
- 2 Bij de productie van brood, bier en wijn worden gisten gebruikt. Deze gisten leven van voedingsstoffen in de grondstoffen voor brood, bier en wijn.
Van wat voor soort voedingsstoffen leven deze gisten?
- 3 Elk jaar lopen zo’n 680 000 mensen in Nederland een voedselvergiftiging op. Dit wordt meestal veroorzaakt door het eten van bedorven voedsel en kan leiden tot koorts, diarree, braken en buikpijn. De kans op voedselbederf is in de zomer groter dan in de winter. Leg uit hoe dat komt.

DOELSTELLING 2 BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

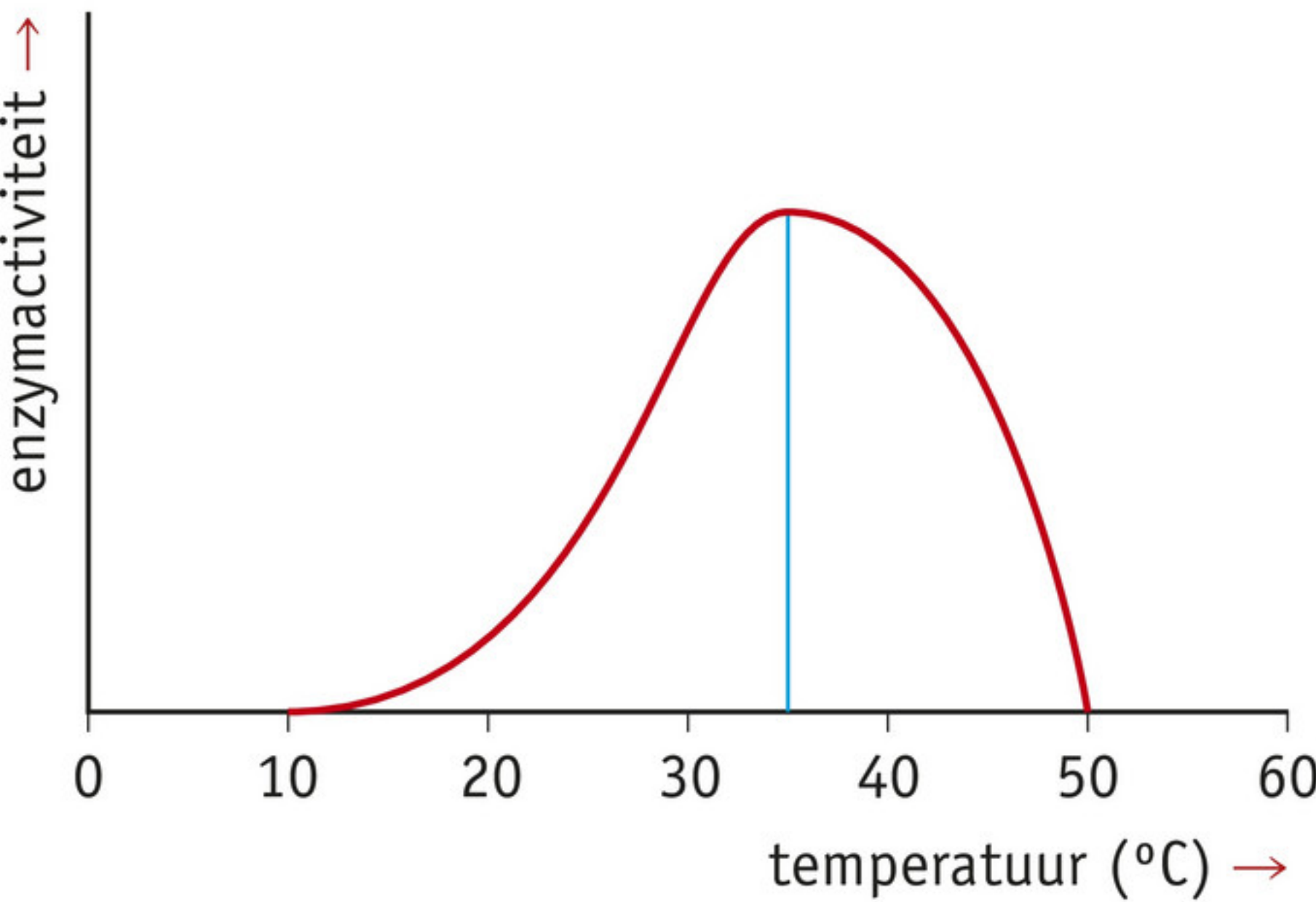
- 1 Iemand maakt twee schema’s van de werking van enzymen (zie afbeelding 48). Hierbij geldt: E = enzym en V = voedingsstof waarop het enzym inwerkt.
Kan schema 1 de enzymwerking juist weergeven? En schema 2?
- | | | |
|---|----------|----------|
| | Schema 1 | Schema 2 |
| A | ja | ja |
| B | ja | nee |
| C | nee | ja |
| D | nee | nee |

▼ Afb. 48 Werking van enzymen (schematisch).

Schema	Voor de reactie	Tijdens de reactie	Na de reactie
1			
2			

De volgende informatie hoort bij vraag 2 en 3.
In afbeelding 49 is het verband tussen de temperatuur en de activiteit van een bepaald enzym in een diagram weergegeven.

▼ Afb. 49 Enzymactiviteit.



- 2 Bij welke temperaturen is dit enzym tijdelijk onwerkzaam?
A Alleen bij temperaturen onder 10 °C.
B Alleen bij temperaturen onder 35 °C.
C Alleen bij temperaturen boven 50 °C.
D Zowel bij temperaturen onder 10 °C als bij temperaturen boven 50 °C.
 - 3 Wat is de maximumtemperatuur? En wat is de optimumtemperatuur?
- | | | |
|---|--------------------|--------------------|
| | Maximumtemperatuur | Optimumtemperatuur |
| A | 35 °C | 10 °C |
| B | 35 °C | 50 °C |
| C | 50 °C | 10 °C |
| D | 50 °C | 35 °C |

DOELSTELLING 3 BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Aan aardbeienvla (zie afbeelding 50) wordt vaak rodebietensap toegevoegd. Hierdoor krijgt de vla een fellere kleur.
Is rodebietensap een additief? En is rodebietensap een conserveermiddel?

	Additief	Conserveermiddel
A	ja	ja
B	ja	nee
C	nee	ja
D	nee	nee

► Afb. 50 Aardbeienvla.



- 2 Drie methoden om voedselbederf door bacteriën en schimmels tegen te gaan, zijn invriezen, pasteuriseren en steriliseren.
Bij welke van deze methoden kan voedsel het langst houdbaar worden gemaakt?
- A Bij invriezen.
B Bij pasteuriseren.
C Bij steriliseren.
- 3 Afbeelding 51 is een context over gasverpakken. Net als veel andere methoden zorgt deze methode ervoor dat bacteriën en schimmels minder goed groeien.
Hoe gaat gasverpakken de groei van bacteriën en schimmels tegen?
- A De enzymwerking wordt geremd.
B De stikstofopname wordt geremd.
C De wateropname wordt geremd.
D De zuurstofopname wordt geremd.

▼ Afb. 51

Gasverpakken

Bacteriën en schimmels leven van stoffen uit hun omgeving. Voedsel dat niet wordt geconserveerd, kan daarom snel bederven. Een manier om voedsel te conserveren is om het in een verpakking te stoppen met een mengsel van gassen. Het gaat hierbij om gassen die ook in de lucht voorkomen, zoals koolstofdioxide en stikstof. Door de gassen in een andere verhouding aan de verpakking toe te voegen, blijft het voedsel langer vers.

Op de verpakking van deze voedingsmiddelen staat dat ze zijn 'verpakt onder beschermende atmosfeer'. Voorbeelden van voedingsmiddelen die op deze manier worden geconserveerd, zijn kipfilet, voorgesneden groenten, chips en afbakbroodjes.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 52 is een voedingsstof weergegeven.
- 2 De mens gebruikt voedingsvezels bij de vorming van cellen en weefsels.
- 3 In het product van afbeelding 53 komen veel voedingsvezels voor.

▼ Afb. 52 Soja-stukjes.

▼ Afb. 53 Gehakt.



DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

Zes groepen voedingsstoffen zijn: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen en vitaminen. Hierover gaan vraag 1 tot en met 5.

- 1 Welke groepen dienen als beschermende stoffen in je lichaam?
- 2 Tot welke groep voedingsstoffen behoren de producten in afbeelding 54?

▼ Afb. 54 Suiker en suikerklontjes.



- 3 Welke groep voedingsstoffen kan onder de huid worden opgeslagen?
- 4 Tot welke groep behoort de voedingsstof die je met joodoplossing kunt aantonen?
- 5 In spinazie zit ijzer (zie tabel 2). Ijzer is een mineraal dat in het lichaam als bouwstof wordt gebruikt. Welke drie andere bouwstoffen levert spinazie volgens de gegevens in de tabel?

▼ **Tabel 2** IJzer in spinazie.

Voedingswaarde van gekookte spinazie (per 100 g)	
Energie	17 kcal
Water	90 g
Eiwitten	4 g
Koolhydraten	1 g
Vetten	0 g
Vezels	3 g
IJzer	1,3 mg

▼ **Tabel 3** Hoeveelheid ijzer.

Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ijzer (mg)								
	1-7 jaar	8-10 jaar	11-13 jaar	14-16 jaar	17-19 jaar	20-22 jaar	23-50 jaar	50+
Man	7	8	10	15	15	11	9	9
Vrouw	7	8	11	12	14	16	15	8

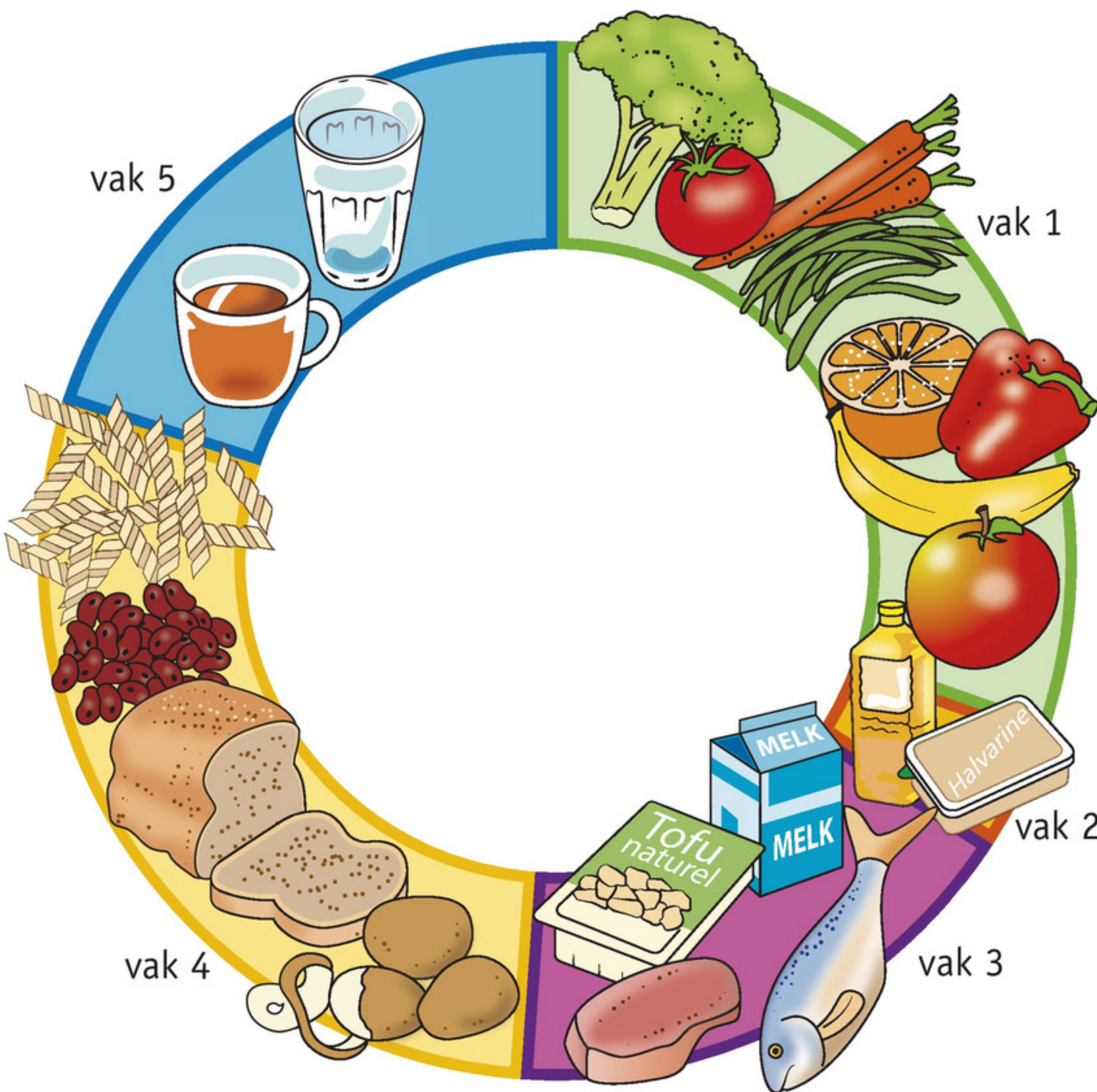
6 In tabel 3 staan voor mannen en vrouwen de aanbevolen dagelijkse hoeveelheden ijzer. Hoeveel gram spinazie moet een jongen van 15 jaar per dag eten om daarmee de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ijzer binnen te krijgen? Leg je antwoord uit met een berekening. Gebruik daarbij de gegevens in tabel 2 en 3.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.
In afbeelding 55 is de schijf van vijf weergegeven. Hierover gaan vraag 1 en 2.

▼ **Afb. 55** Schijf van vijf.



- 1 Waarom is het verstandig om elke dag iets uit elk vak van de schijf van vijf te eten?
- 2 In welke twee vakken komen voedingsmiddelen voor die rijk zijn aan voedingsvezels?
- 3 Volgens sommige onderzoeken zouden kinderen die veel tv-kijken (meer dan 25 uur per week) vaker overgewicht hebben dan kinderen die weinig televisie kijken. Hoe komt het dat tv-kijken kan leiden tot overgewicht?

De volgende informatie hoort bij vraag 4 en 5. In een folder staan de gemiddeld aanbevolen hoeveelheden voedingsmiddelen per dag voor volwassen mannen en vrouwen (zie tabel 4). Twee leerlingen doen over deze aanbevelingen een bewering.

▼ **Tabel 4** Hoeveelheid voedingsmiddelen per dag.

Product	Man	Vrouw
Kaas	30 g	30 g
Andere melkproducten	300 g	300 g
Vlees, kip, vis, sojaproducten (vleesvervangers), vleeswaren	125 g	100 g
Margarine, boter, vet, olie	50 g	35 g
Brood	235 g	175 g
Aardappelen, rijst, deegwaren, peulvruchten	250 g	200 g
Groente	200 g	200 g
Fruit	200 g	200 g

- 4 Jasmijn zegt dat mannen wordt aangeraden een grotere hoeveelheid energierijke voedingsmiddelen te eten dan vrouwen. Is deze uitspraak juist? Leg je antwoord uit.
- 5 Anouk zegt dat vrouwen wordt aangeraden een grotere hoeveelheid eiwitrijke voedingsmiddelen te gebruiken. Is deze bewering juist? Leg je antwoord uit.

6 In afbeelding 56 zie je twee producten waarin je frites kunt bakken. Thijs zegt dat het gezonder is om frites in product 2 te bakken dan in product 1. Is deze uitspraak juist? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 56** Vast en vloeibaar frituurvet.



product 1

product 2

In tabel 5 is een deel van een voedingsmiddelentabel weergegeven. Hierover gaan vraag 7 en 8.

- 7 Een diëtist zegt tegen iemand die wil afvallen dat 100 g frites meer energie levert dan 100 g gekookte aardappelen.
Leg uit waarom deze diëtist gelijk heeft. Gebruik daarbij drie gegevens uit tabel 5.
- 8 Een maaltijd bestaat uit 75 g gebakken biefstuk, 50 g sla en 250 g frites.
Hoeveel gram eiwitten bevat deze maaltijd in totaal? Schrijf je berekening op.

DOELSTELLING 7 **BASISSTOF 3**

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Jaydan beweert dat veel water drinken helpt om gewicht te verliezen. Hij zegt het volgende: 'Als je koud water drinkt, warmt je lichaam dit op tot de lichaamstemperatuur van 37 °C. De energie die daarvoor nodig is, krijg je door vet af te breken.' Om 1 L water 1 graad te verwarmen, is 4,2 kJ nodig. Het afbreken van 1 g vet levert 37 kJ op. Hoeveel liter water van 15 °C moet je volgens deze gegevens drinken om 5 g vet af te breken? Leg je antwoord uit met een berekening.

▼ **Tabel 5** Deel van een voedingsmiddelentabel.

Voedingsmiddel (100 g)	Water (g)	Eiwitten (g)	Vetten (g)	Koolhydraten (g)	Mineralen (mg)	Vitamine B (mg)	Vitamine C (mg)
Aardappelen (gekookt)	76	2	0	17	460	0,34	wisselend
Frites (gefrituurd)	37	5	15	38	930	0,43	3
Biefstuk (gebakken)	70	27	3	0	353	0,50	0
Sla	96	2	0	1	385	0,20	10

- 2 Tijdens een beweging trekken bepaalde spieren zich samen. De temperatuur van het bloed dat deze spieren instroomt, is 37 °C.
Is de temperatuur van dit bloed wanneer het de spieren uitstroomt lager dan 37 °C, gelijk aan 37 °C of hoger dan 37 °C?

DOELSTELLING 8 **BASISSTOF 4**

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Twee leerlingen doen een uitspraak over vertering. Corlijne zegt dat bij vertering voedingsstoffen die niet door de darmwand heen in het bloed kunnen worden opgenomen, worden omgezet in verteringsproducten die wel in het bloed kunnen worden opgenomen.
Lionel zegt dat de enzymen die ervoor zorgen dat de vertering snel verloopt met het voedsel het lichaam binnenkomen.
Wie heeft (hebben) gelijk?
A Alleen Corlijne heeft gelijk.
B Alleen Lionel heeft gelijk.
C Corlijne en Lionel hebben allebei gelijk.
- 2 In afbeelding 57 is een etiket van een zakje chips weergegeven. Op het etiket worden onder andere zout, eiwit, koolhydraat en vet genoemd. Welke van deze voedingsstoffen moeten zijn verteerd voordat ze in het bloed kunnen worden opgenomen?
A Eiwit, koolhydraat en vet.
B Zout, eiwit en koolhydraat.
C Zowel zout, eiwit, koolhydraat als vet.
- 3 Worden alle koolhydraten eerst verteerd voordat ze worden opgenomen?
A Ja.
B Nee, glucose hoeft niet te worden verteerd.
C Nee, zetmeel hoeft niet te worden verteerd.

▼ **Afb. 57** Etiket naturel chips.

NATUREL CHIPS	Voedingswaarde per 100 g	
	Energie 2255 kJ (535 kcal)	
200 gram e	eiwit	6,5 g
Ingrediënten: aardappelen, plantaardige olie en vet, zout	koolhydraten	50,0 g
	waarvan suikers	1,0 g
	vet	35,0 g
	waarvan verzadigd	15,0 g
	enkelvoudig onverzadigd	16,0 g
	meervoudig onverzadigd	4,0 g

4 Lees de context ‘Endoscopie’ (zie afbeelding 58). Bij een patiënt wordt de binnenkant van de gehele dunne darm bekeken door middel van endoscopie. Gebruikt een arts hiervoor een endoscoop met een camera in een slang of gebruikt hij een endoscoop met een camera in een pil?

▼ **Afb. 58**

- A** Een endoscoop in een pil, want deze kan via de anus eenvoudig de weg naar de dunne darm afleggen.
- B** Een endoscoop in een pil, want deze kan via de mond eenvoudig de weg naar de dunne darm afleggen.
- C** Een endoscoop in een slang, want hiermee kan de arts via de anus de dunne darm bekijken.
- D** Een endoscoop in een slang, want hiermee kan de arts via de mond de dunne darm bekijken.

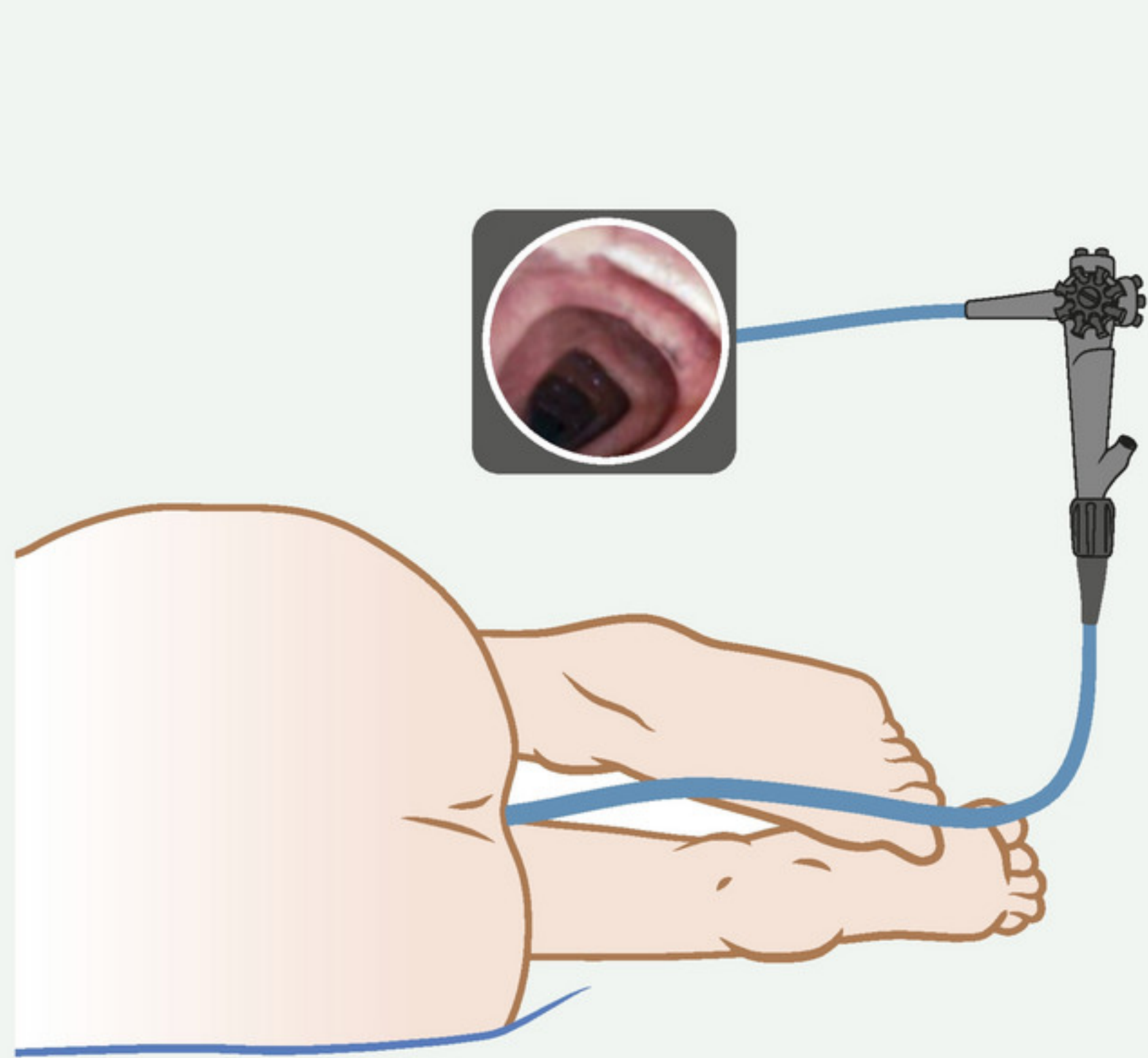
5 Kikkers zijn amfibieën. Hun verteringskanaal vertoont echter veel overeenkomsten met dat van een zoogdier. In afbeelding 59 zie je de organen in het lichaam van een kikker. Welke letter geeft de maag aan?

- A** Letter Q.
- B** Letter R.
- C** Letter S.
- D** Letter T.

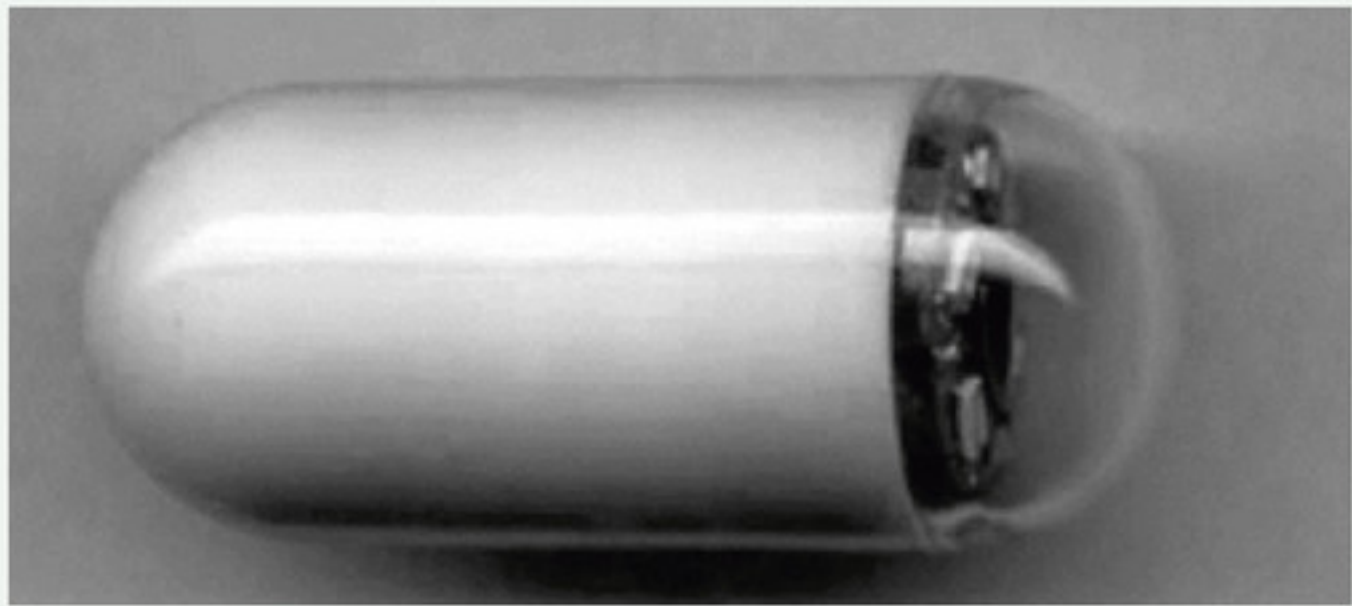
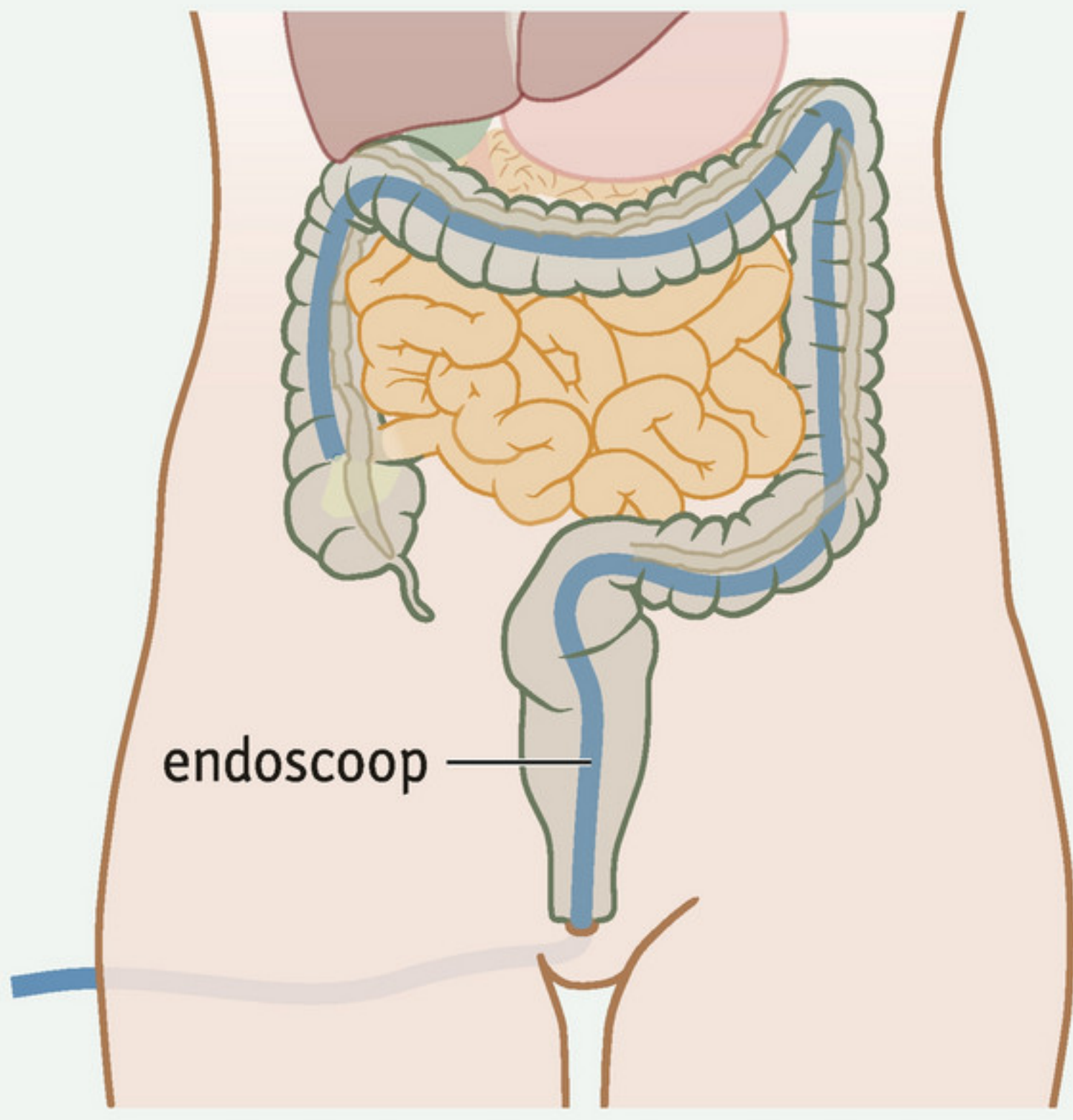
Endoscopie

Endoscopie betekent ‘binnenin kijken’. Een endoscoop is een slang van ongeveer anderhalve meter lang. Voor in de slang bevinden zich een camera en een lampje. Met deze slang kan een arts via de mond het eerste deel of via de anus het laatste deel van het darmkanaal bekijken (zie afbeelding 1). Endoscopie is ook mogelijk met een soort pil (zie afbeelding 2). Deze pil is ongeveer 1 cm

groot en heeft een camera en een lampje. De patiënt slikt de camerapil in en peristaltische bewegingen in de wand van het darmkanaal duwen de pil verder. Uiteindelijk komt de camerapil met de ontlasting weer uit het lichaam. Het onderzoek met de pil levert minder ongemakken op, maar is duurder en kan niet worden aangestuurd.

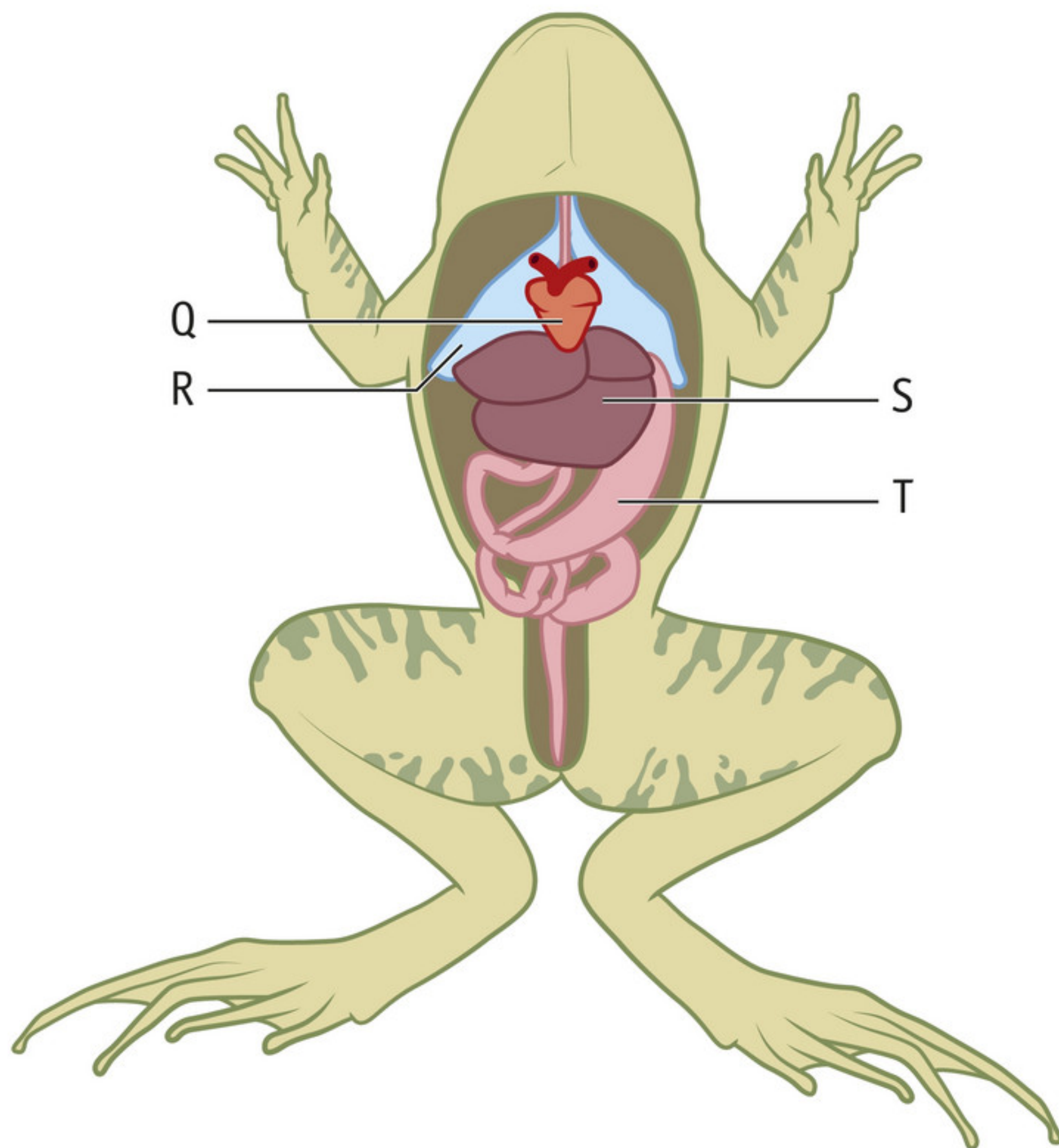


1 endoscoop in de dikke darm



2 pil met camera

▼ Afb. 59 Organen van een kikker.



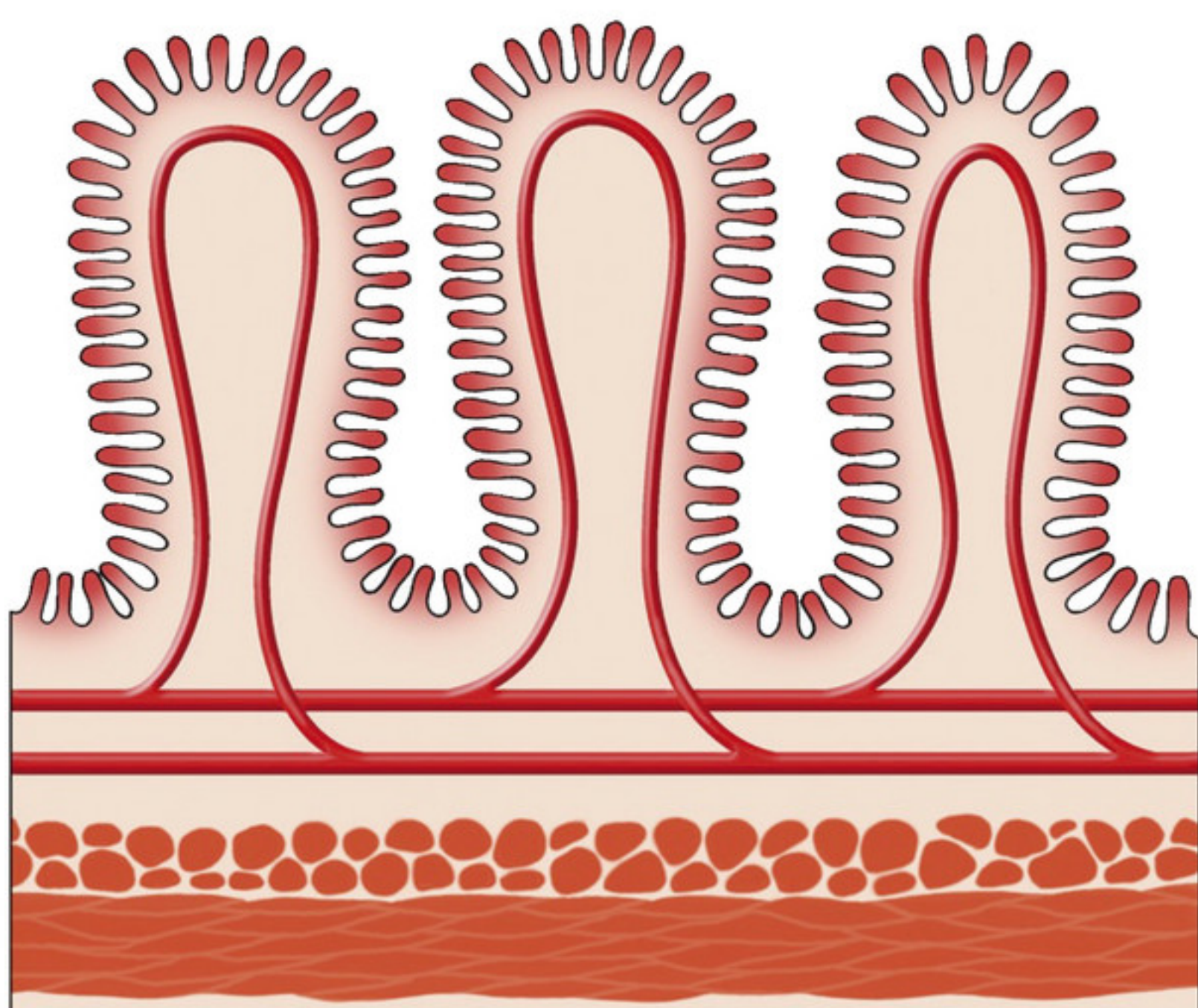
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In de mondholte wordt het voedsel door het gebit in kleine stukjes verdeeld.
Leg uit waardoor kleine stukjes voedsel gemakkelijker verteren dan grote stukken voedsel.
- 2 Van een bepaald orgaan van het verteringsstelsel van de mens is het volgende bekend:
 - 1 Het deel kan worden afgesloten door een kringspier.
 - 2 Er wordt een verteringssap geproduceerd.
 - 3 Het voedsel wordt er tijdelijk opgeslagen.
 Welk orgaan wordt bedoeld?
- 3 In afbeelding 60 is een stukje van de wand van een orgaan van het spijsverteringsstelsel schematisch getekend.
Van welk orgaan is dit een stukje wand?

▼ Afb. 60

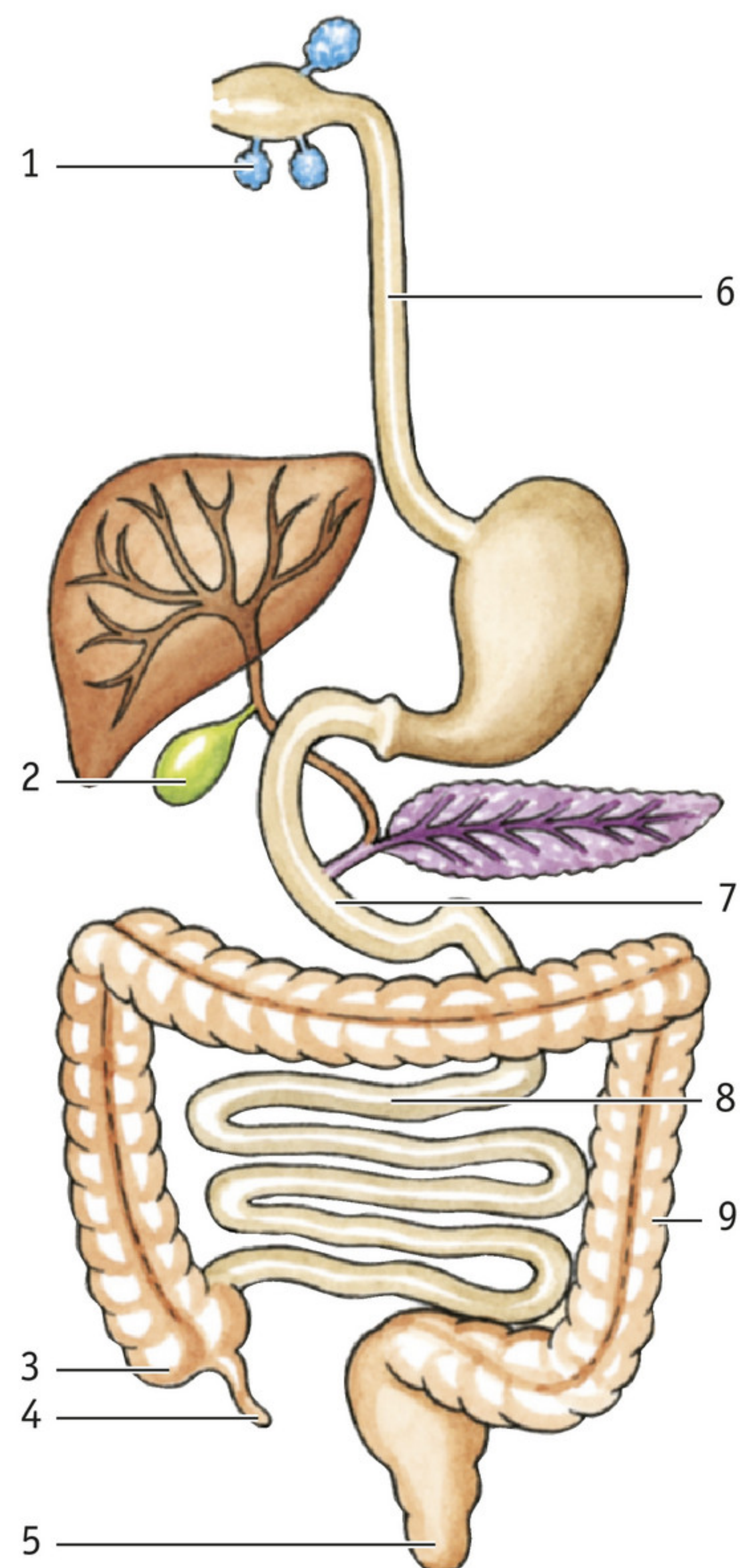


- 4 *Lactobacillus rhamnosus* is een darmbacterie. In gezonde darmen leven veel bacteriën van deze soort. Darmbacteriën bevorderen een goede werking van de darmen.
Als iemand antibiotica heeft gebruikt ter bestrijding van een infectieziekte, treden daarna vaak darmklachten op zoals diarree.
Leg aan de hand van de gegeven informatie uit waardoor het gebruik van antibiotica kan leiden tot diarree.

In afbeelding 61 is het verteringsstelsel schematisch getekend. Vraag 5 tot en met 7 gaan over deze afbeelding.

- 5 Hoe heet deel 1?
- 6 In welk deel worden de meeste verteringsproducten opgenomen in het bloed? Noteer het juiste nummer.
- 7 Kan in deel 6 vertering plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 61 Spijsverteringsorganen (schematisch).



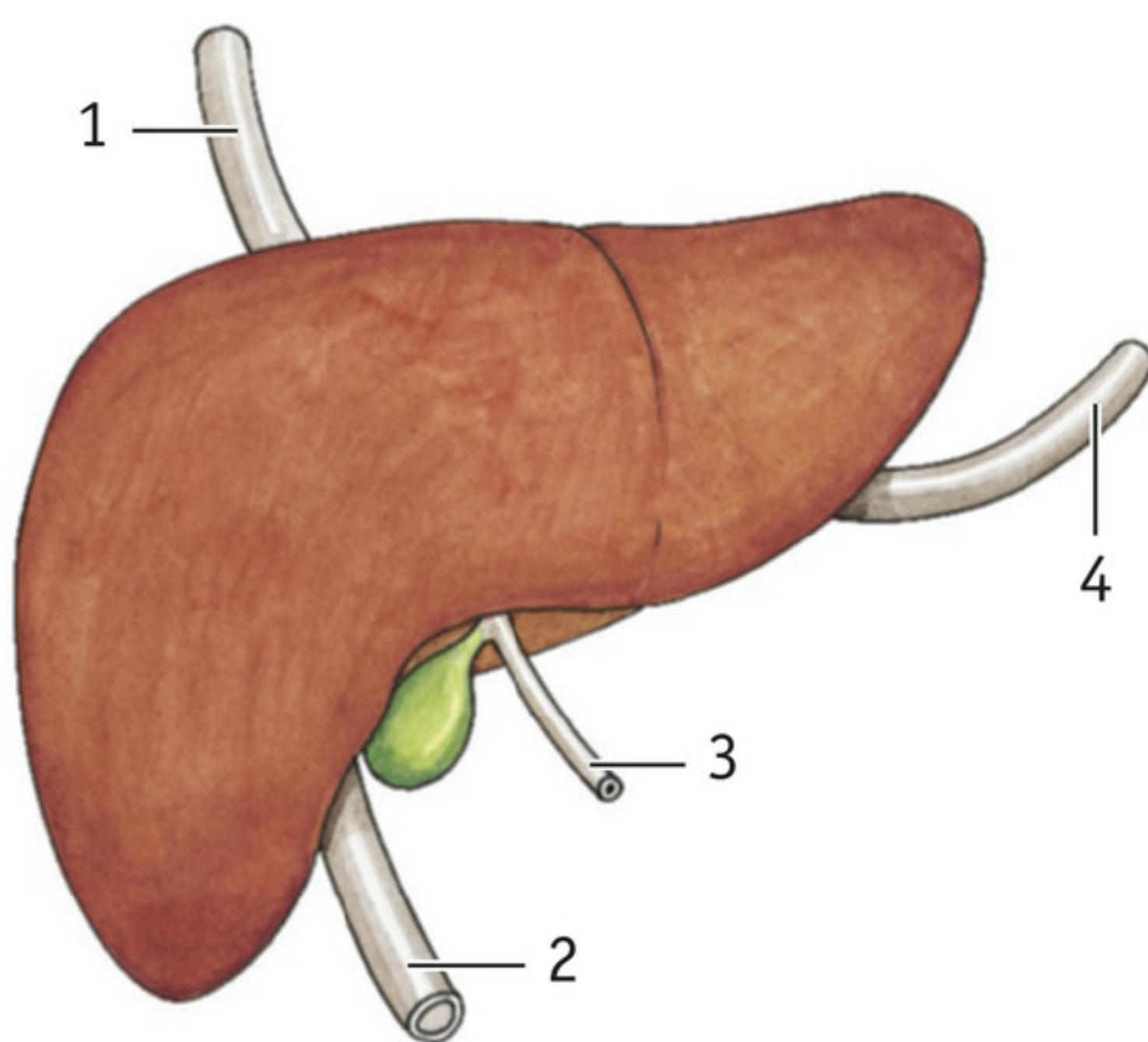
DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 62 is een deel van het verteringsstelsel van de mens schematisch getekend.
Welke van de genummerde buizen is een afvoerbuis voor een stof die bij de vertering vetten emulgeert?
- A Buis 1.
 - B Buis 2.
 - C Buis 3.
 - D Buis 4.

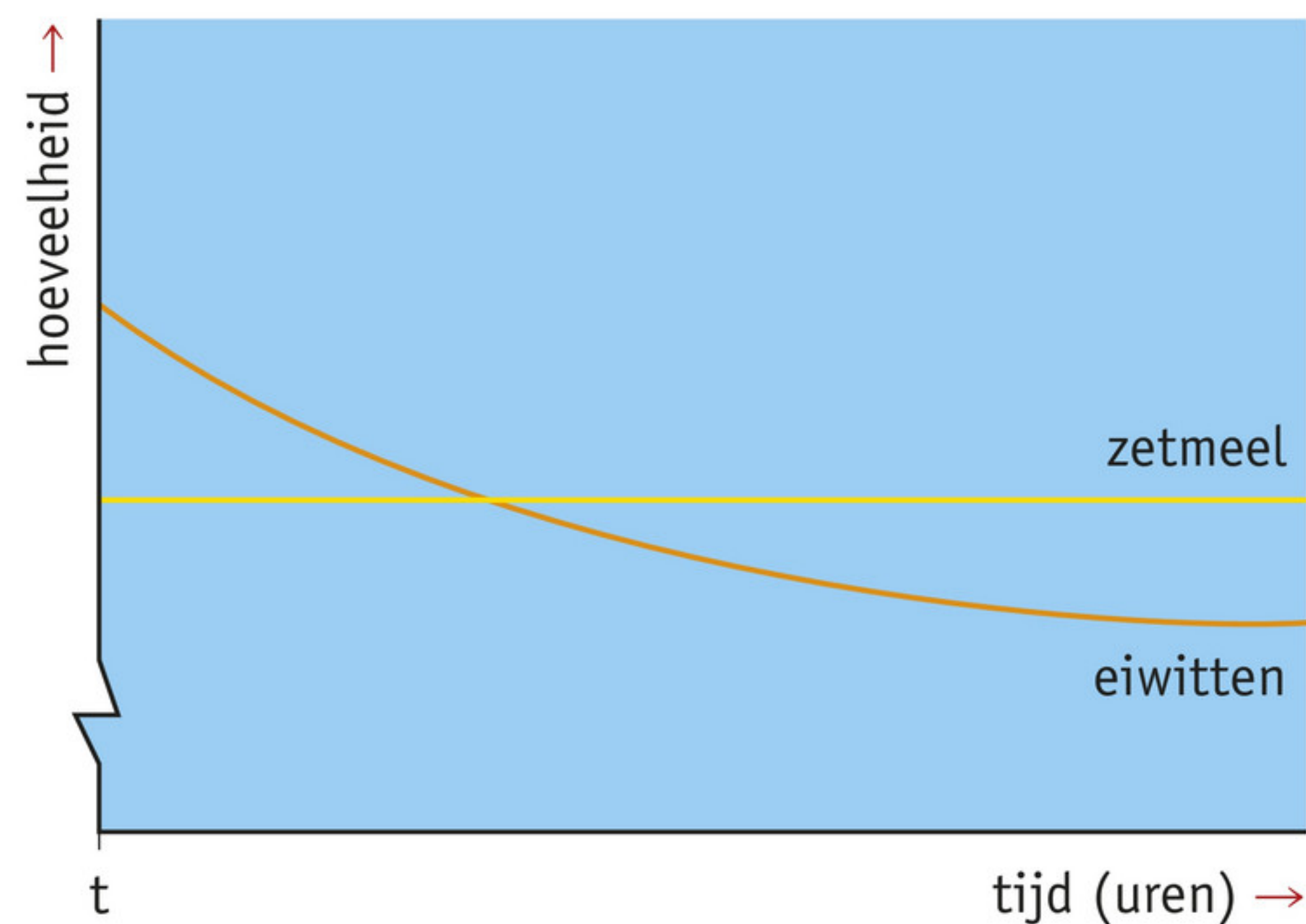
▼ Afb. 62 Lever en galblaas (schematisch).



- 2 Enkele organen in het lichaam van de mens zijn de alveesklier, de lever, de maag en een speekselklier. Welk van deze organen bevat zowel klierzellen die enzymen produceren voor de vertering van koolhydraten als klierzellen die enzymen produceren voor de vertering van vetten?
- A De alveesklier.
 - B De lever.
 - C De maag.
 - D De speekselklier.

- 3 In een reageerbuis bevindt zich fijngemaakt voedsel dat eiwitten en zetmeel bevat.
Een onderzoeker heeft de beschikking over darmsap, gal, maagsap en speeksel van de mens. Op een bepaald tijdstip (t) voegt hij een van deze verteringssappen aan het voedsel toe. Hij schudt de buis goed en houdt deze op een temperatuur van 37°C .
In afbeelding 63 zijn de hoeveelheden eiwitten en zetmeel gedurende het experiment in een diagram weergegeven.
Welk sap is op tijdstip t aan het voedsel toegevoegd?
- A Darmsap.
 - B Gal.
 - C Maagsap.
 - D Speeksel.

▼ Afb. 63 Hoeveelheid zetmeel en eiwitten.



- 4 Er zijn verschillende zuivel drankjes te koop die zeer veel bacteriën bevatten. De fabrikanten van de drankjes beweren dat deze bacteriën een positieve invloed hebben op de werking van de darmen. De meeste van die bacteriën komen echter niet levend in de twaalfvingerige darm aan na inname via de mond. Hoe komt het dat de meeste bacteriën uit die zuivel drankjes niet levend in de twaalfvingerige darm aankomen?
- A De bacteriën worden gedood door stoffen in maagsap.
 - B De bacteriën worden gedood door stoffen in speeksel en maagsap.
 - C De bacteriën worden verteerd in de maag.
 - D De bacteriën worden verteerd in de mond en slokdarm.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

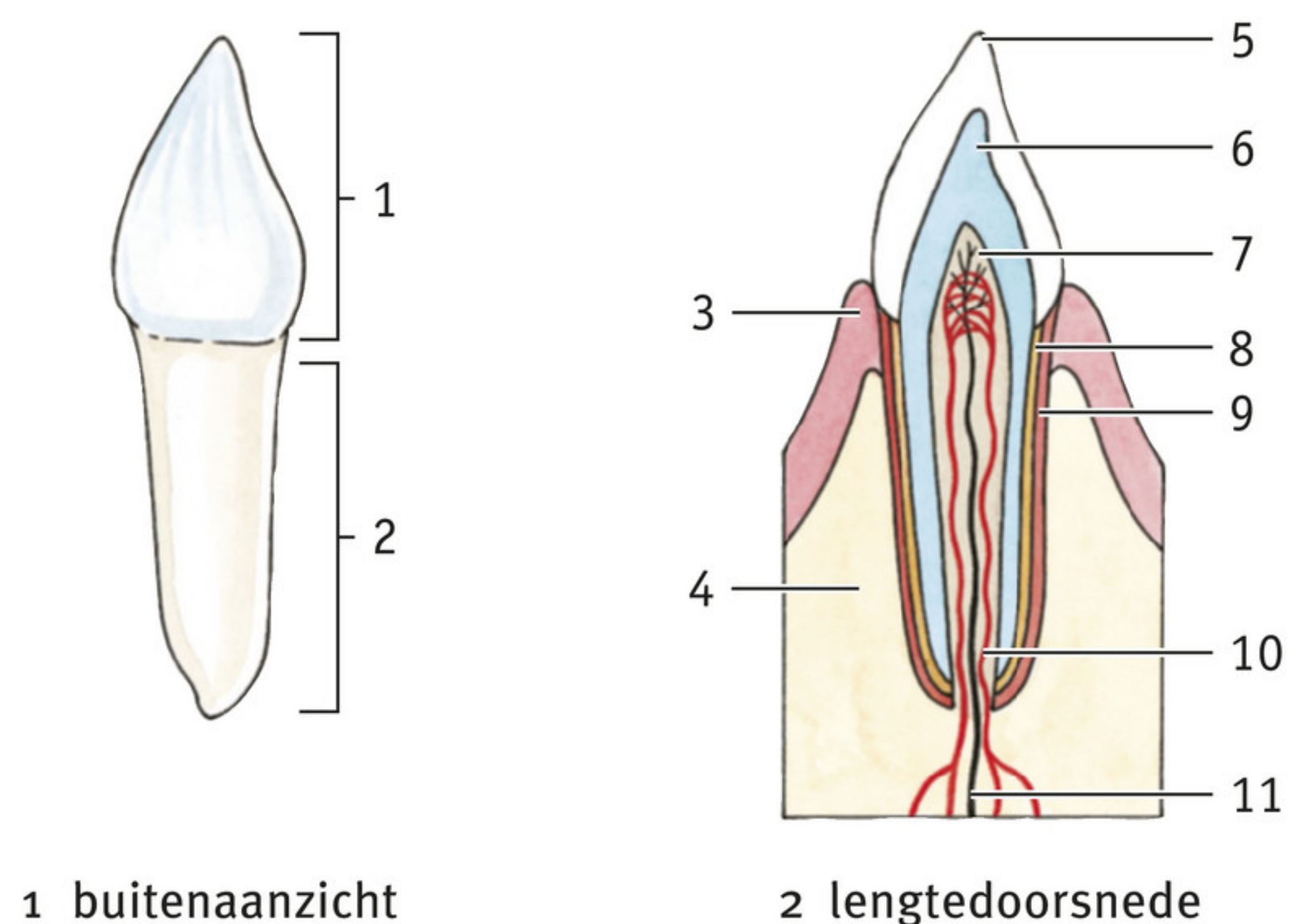
Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 64 is een tand schematisch getekend.

Vraag 1 en 2 gaan over deze afbeelding.

- 1 Hoe heet deel 1?
- 2 Hoe heet deel 6?

▼ Afb. 64 Een tand (schematisch).



- 3 Komen in een tand uitlopers van zenuwcellen voor?
- 4 Wat is de functie van de gebitselementen die in afbeelding 65 met P zijn aangegeven?

▼ Afb. 65 Gebit met snijtanden.



DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

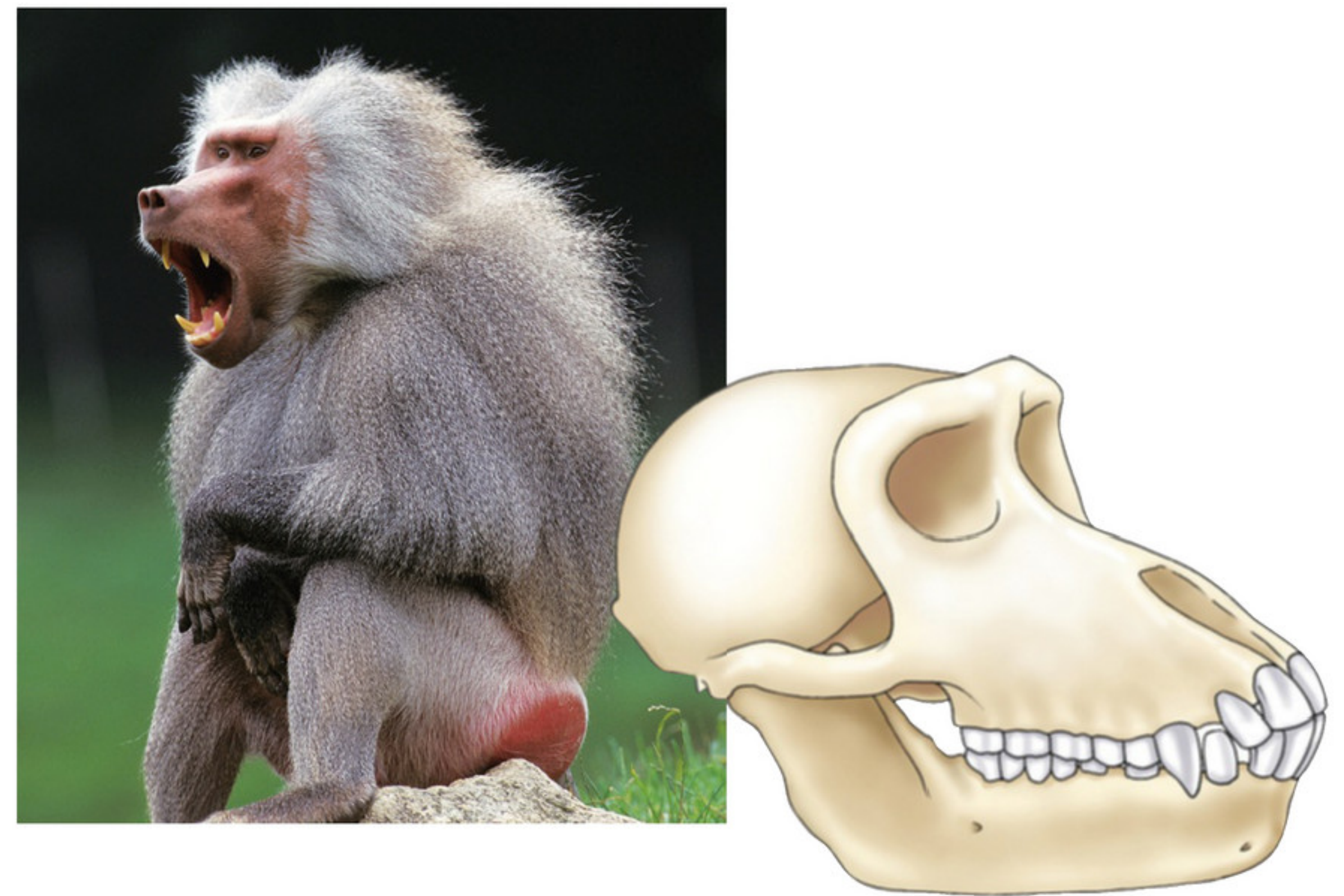
- 1 Een wezel (zie afbeelding 66) heeft scherpe, puntige kiezen en een kort darmkanaal in verhouding tot zijn lichaamslengte.
Zijn de puntige kiezen een aanwijzing dat wezels vleeseters zijn? En het korte darmkanaal?
 - A Alleen de scherpe, puntige kiezen.
 - B Alleen het korte darmkanaal.
 - C Zowel de scherpe, puntige kiezen als het korte darmkanaal.

▼ Afb. 66 Wezel.



- 2 In afbeelding 67 zie je een mantelvaviaan en de schedel van dit dier.
Is een mantelvaviaan een carnivoor, een herbivoor of een omnivoor?
 - A Een carnivoor.
 - B Een herbivoor.
 - C Een omnivoor.

▼ Afb. 67 Carnivoor, herbivoor of omnivoor?

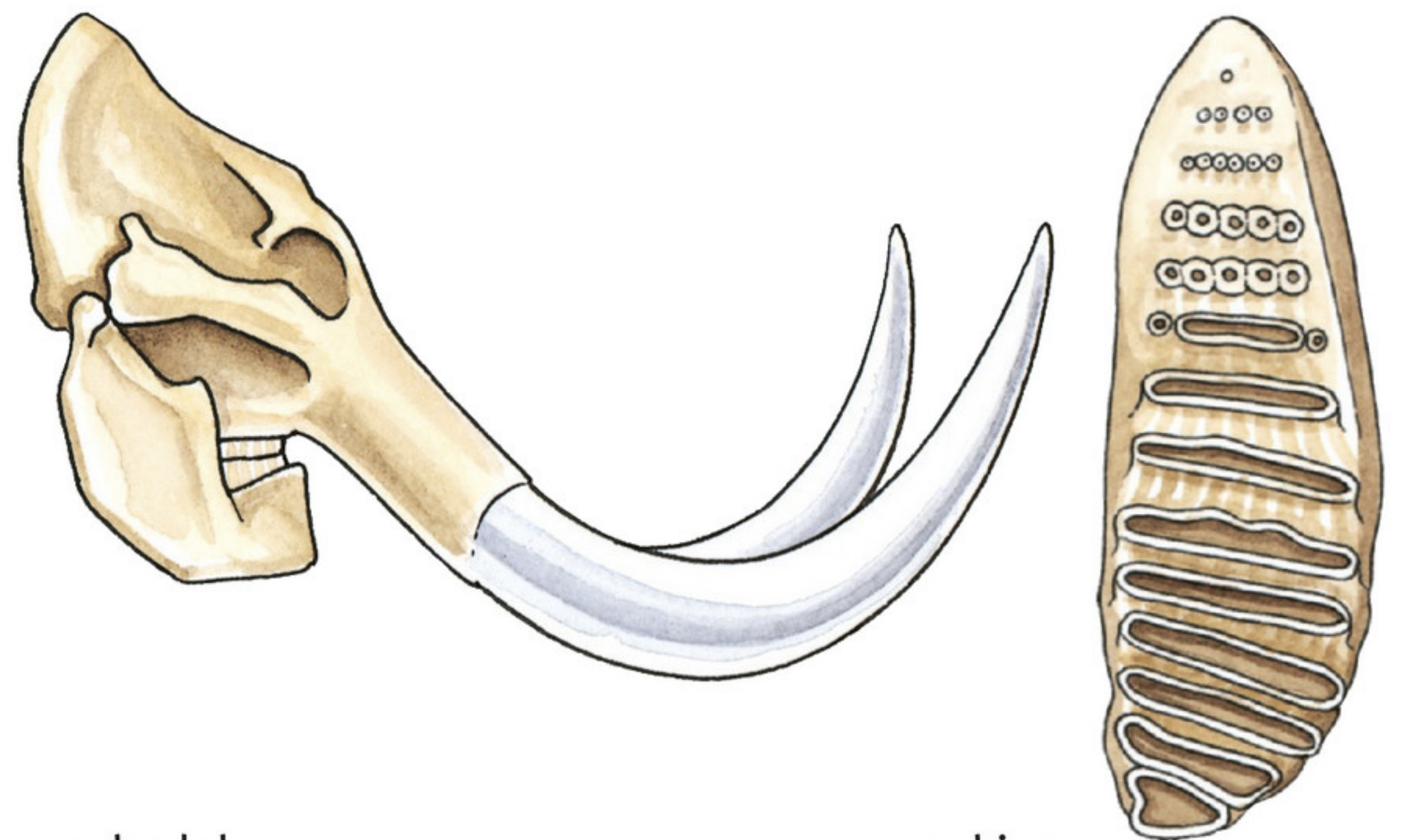


1 mantelvaviaan

2 schedel

- 3 Mammoeten zijn uitgestorven olifantachtige dieren. In afbeelding 68 zijn een schedel en het bovenaanzicht van een kies van een mammoet getekend.
Uit mammoetkiezen die zijn gevonden, kan men het type voedsel van deze uitgestorven dieren afleiden. Van welk type voedsel zullen resten zijn gevonden in de maag van de ingevroren mammoeten?
 - A Alleen resten van dierlijk voedsel.
 - B Alleen resten van plantaardig voedsel.
 - C Resten van zowel dierlijk als plantaardig voedsel.

▼ Afb. 68 Schedel en kies van een mammoet (schematisch).



1 schedel

2 kies

DOELSTELLING 13

BASISSTOF 6

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Tandplak bestaat uit bacteriën, etensresten en speeksel.
- 2 Alleen als je veel snoept, zet zich dagelijks tandplak af.
- 3 Tandsteen is tandplak dat je zelf kunt verwijderen.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Brood- en banketbakker

Voorbeelden van beroepen die met voeding te maken hebben, zijn brood- en banketbakker, kok, slager en voedingsspecialist. In deze verrijkingstof maak je kennis met een brood- en banketbakker.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 52

▼ Afb. 69

Laura maakt brood en banket

Laura werkt als brood- en banketbakker in een bakkerij. Ze is met dit werk grootgebracht, want haar ouders hebben een bakkerij. Als kind zag ze ook de minder leuke kanten van het vak: 'Altijd vroeg naar bed en vroeg opstaan. Mijn vader stond altijd in de bakkerij, mijn moeder in de winkel. Dat vond ik waardeloos.' Toch besloot ze op haar 17e de opleiding brood en banket te gaan volgen. Ze had al veel ervaring opgedaan in de bakkerij thuis. Al snel kon ze als chef brood- en banketbakker beginnen in een andere bakkerij. Om vier uur 's ochtends begint ze haar werkdag met het maken van brood. Ze weegt de grondstoffen nauwkeurig af en doet de ingrediënten voor het brooddeeg in de kneedmachine. Met een andere machine maakt ze bollen van het brooddeeg. De bollen moeten in een speciale rijskast rijzen. Daarna bakt ze heel veel bollen tegelijk af in grote ovens.

Wie met voedsel bezig is, moet heel hygiënisch werken. Je handen en de apparatuur moeten goed schoon zijn. 'Regelmatig krijgen we controle van de Voedsel- en Waren-Autoriteit. Als tijdens zo'n controle te veel bacteriën worden aangetroffen, kun je een hoge boete krijgen.'

Lichamelijk is het werk soms zwaar. 'Bij de hete oven is het weleens lastig uit te houden en je moet veel tillen. Maar als je het tillen op de goede manier doet, hoef je op je veertigste niet versleten te zijn.' Als brood- en banketbakker moet je wel creatief zijn. Laura kan zich echt uitleven in het bedenken van nieuw banket. 'Het moet er goed uitzien, lekker ruiken en heerlijk smaken natuurlijk. Als klanten mijn gebak zien, moet het water ze in de mond lopen.'



2 Practicum: de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel

In de basisstof heb je geleerd dat speeksel een enzym bevat dat zetmeel verteert. Enzymen zijn eiwitten. De werking van enzymen is afhankelijk van allerlei factoren, zoals de pH en de temperatuur.

In deze verrijkingstof onderzoek je de invloed van de temperatuur op de werking van speeksel. Hierbij gebruik je onder andere een waterbad.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 54

PLUSSTOF

3 Vleesvervangende voeding

Eet jij graag vlees? Vlees is een belangrijke bron voor eiwitten, vitaminen en mineralen. Je hebt al deze stoffen nodig. Wie geen vlees eet of wil eten, moet deze stoffen op een andere manier binnen zien te krijgen. In deze verrijkingstof lees je waarom mensen besluiten om minder of geen vlees te eten en welke vleesvervangende voeding er bestaat.

VLEES ALS BOUWSTOF

De eiwitten in vlees dienen als bouwstof, bijvoorbeeld voor de opbouw van spieren. Maar ook andere organen hebben eiwitten nodig. Een eiwit bestaat uit een reeks stoffen, die we aminozuren noemen. Sommige van die aminozuren zijn heel belangrijk om uit onze voeding op te nemen. Je kunt ze namelijk niet zelf maken. We noemen ze essentiële aminozuren.

Ook bevat vlees vitamine B1 en B12 en ijzer. Vitamine B1 is nodig voor de stofwisseling en voor het geleiden van impulsen door zenuwcellen. Vitamine B12 en ijzer zijn onder andere nodig voor de aanmaak van rode bloedcellen.

VEGETARIËRS

Sommige mensen kiezen ervoor om geen vlees en vis te eten. Zij zijn vegetariër. Ze vinden het niet fijn om vlees (en vis) te eten. Dat kan komen doordat er een dier voor moet worden gedood of doordat ze zich zorgen maken over het welzijn van de dieren. De omstandigheden waarin de dieren leven, zijn soms slecht.

Er is nog een andere reden om vlees te laten staan. Vlees eten is niet zo goed voor het milieu. Vlees komt immers van dieren. En dieren hebben zelf ook voedsel nodig en water. Zodra het dier kan worden geslacht, gaat het naar een slachthuis. Hier wordt het dier gedood en wordt het vlees in stukken gesneden en verpakt. Vervolgens wordt het vlees vaak via fabrieken naar de supermarkt vervoerd. Ondertussen moet het goed worden gekoeld. De grondstoffen, water en brandstoffen die de industrie hierbij verbruikt, zijn belastend voor het milieu.

VLEESVERVANGENDE PRODUCTEN

Je zou het misschien niet zeggen, maar de burger in afbeelding 70 is uitsluitend van plantaardige stoffen gemaakt. Er zitten algen en zeewier in. Dat kun je namelijk gewoon eten. Gelet op hun voedingswaarde zijn het de krachtpatsers onder de vleesvervangers. Zeewier bevat net als vlees vitamine B1 en B12 en ijzer. In gedroogd zeewier zit zelfs nog meer ijzer dan in vlees. En in de algen zitten onverzadigde vetten en alle essentiële aminozuren.

Voedingsmiddelen die je in plaats van vlees kunt eten, noemen we vleesvervangende voeding. Ze kunnen vlees vervangen doordat ze (voor een deel) dezelfde stoffen leveren als vlees. Onder vleesvervangende voeding valt het eten van insecten, peulvruchten, producten op basis van soja (tofu), algen, kweekvlees en quorn (gemaakt van schimmel). In afbeelding 71 is van elk van deze producten omschreven hoe je het kunt eten.

▼ **Afb. 70** Dutch weedburger.



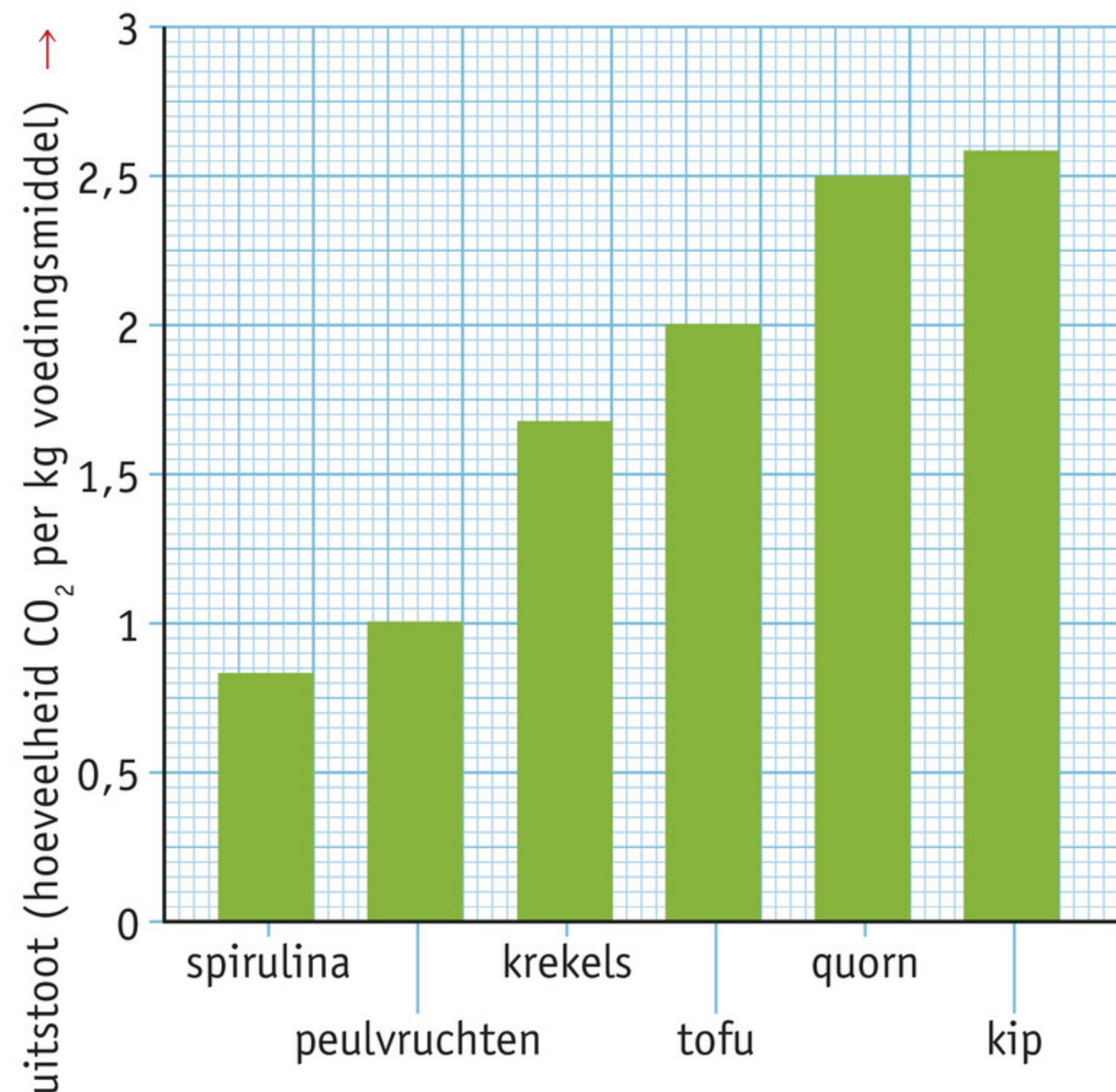
► **Afb. 71** Voorbeelden van vleesvervangers.

1 Spirulina 	Spirulina is een bacterie met bladgroen. Vanwege de groene kleur wordt het ook wel ten onrechte ‘alg’ genoemd. Je kunt het kopen in de vorm van poeder of als tablet. Meestal wordt het gebruikt als voedingssupplement, net zoals een vitaminepil. Het is verkrijgbaar bij de drogist en de gezondheidswinkel.
2 Peulvruchten 	Voorbeelden van peulvruchten zijn sperziebonen, peultjes, bruine bonen, linzen, kikkererwten en soja. Van kikkererwten wordt ook wel kikkererwtenpasta en falafel gemaakt. Ook bestaan er veel producten die van sojabonen worden gemaakt, zoals sojamelk, sojayoghurt en tofu (zie 4). Je kunt dit allemaal in de supermarkt kopen.
3 Krekels en sprinkhanen 	Wereldwijd worden er tweeduizend verschillende insectensoorten gegeten, waaronder krekels en sprinkhanen. Je kunt ze bijvoorbeeld gedroogd eten of verwerkt in een burger. Volgens veel mensen smaken ze een beetje als noten. In Nederland kun je sprinkhanen, meelwormen en krekels bij een aantal delicatessenzaken kopen.
4 Tofu 	Tofu is gemaakt van sojabonen. Het is op eenzelfde manier bereid als kaas. Omdat het van zichzelf niet veel smaak heeft, kun je het kruiden of marinieren net als gehakt of kipfilet. Vervolgens moet je het bakken of grillen. Je kunt tofu bij de supermarkt kopen.
5 Quorn 	Quorn is gemaakt van schimmels en is dus familie van de champignon. Het wordt op eenzelfde manier bereid als tofu. Ook van quorn is de smaak niet sterk. De structuur is wel anders. Ook bevat quorn weinig vitamine B1 en ijzer.

DUURZAAMHEID

Dierlijke eiwitbronnen zijn minder goed voor het milieu dan veel andere eiwitbronnen. Bij de vleesproductie wordt veel energie verbruikt. En dat leidt tot de uitstoot van het broeikasgas koolstofdioxide. In afbeelding 72 zie je dat de productie van vlees leidt tot meer uitstoot van koolstofdioxide dan de productie van de meeste genoemde vleesvervangers.

► **Afb. 72** Hoeveelheid koolstofdioxide-uitstoot per kg voedingsmiddel.



In Nederland eten veel mensen meer vlees dan ze nodig hebben. Het Voedingscentrum raadt dan ook aan om minder vlees te eten óf om (een deel van) de dierlijke producten te vervangen door andere eiwitbronnen. Meer dan de helft van de Nederlanders eet minimaal drie keer per week géén vlees. Door minder of geen vlees te eten kunnen we beter zorgen voor het milieu. We noemen het eten van vleesvervangende voeding daarom duurzamer dan het eten van vlees. Helaas zijn (nog) niet alle vleesvervangers net zo gemakkelijk te verkrijgen en net zo voedzaam als vlees. Peulvruchten doen het in dat opzicht wel goed. Maar ook deze vleesvervangers worden nog niet veel gegeten.

VOEDSEL VAN DE TOEKOMST?

Voor veel mensen is het eten van vlees een deel van hun cultuur en gewoonten geworden. Ook reclames dragen hieraan bij. Deze mensen zullen niet zomaar overstappen op het eten van vleesvervangers. Vooral het eten van insecten roept veel weerstand op. En dat terwijl we andere geleedpotigen zoals kreeft als een lekkernij beschouwen.

Insecten zijn veilig om te eten. Er is zelfs minder kans op besmet voedsel dan bij het eten van vlees. Ook is de productie efficiënter dan de productie van vlees. Ter illustratie: 10 kg voer levert slechts 1 kg rundvlees op maar wel 9 kg insecten.

▼ **Afb. 73** Kweekvlees.



Maar er is nog een vleesvervanger die weleens populair zou kunnen worden. Wetenschappers zijn bezig om vlees te kweken (zie afbeelding 73). Dat doen zij door dierlijke stamcellen te laten delen en ontwikkelen tot spiercellen. Nu gebeurt dit in een laboratorium, maar mogelijk gebeurt dit binnenkort op grote schaal. Dit kweekvlees belooft een duurzamer alternatief te zijn voor vlees.

Kortom: het is beter voor het milieu om minder vlees te eten. Vleesvervangers zoals peulvruchten kunnen gemakkelijk worden gegeten. Insecten, zeewier en algen krijgen steeds meer publiciteit en het duurt niet lang meer of er ligt kweekvlees in de supermarkt.

Examentrainer

AFRIKAANSE HARDLOPERS

Naar: examen vmbo-gt 2012-2, vraag 12.

Hardlopers uit bepaalde delen van Oost-Afrika winnen veel meer langeafstandswedstrijden dan lopers uit andere delen van de wereld. Hoe het komt dat deze mensen zo goed kunnen hardlopen, is niet echt duidelijk. Mogelijke oorzaken zijn: de lichaamsbouw, de voeding en de hoge ligging van hun woongebied.

De voeding van de Afrikaanse hardlopers verschilt niet veel van die van andere Oost-Afrikanen. Net als de hardlopers eten ze veel groente en fruit, weinig vlees of vis en veel graanproducten. Vooral voedingsmiddelen met veel zetmeel leveren energie voor het hardlopen.

- 1p
- 1

Welke van de genoemde voedingsmiddelen bevatten vooral veel zetmeel?

A

Graanproducten.

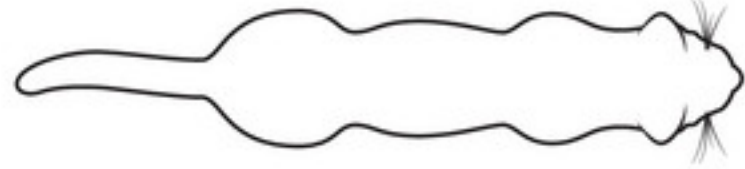
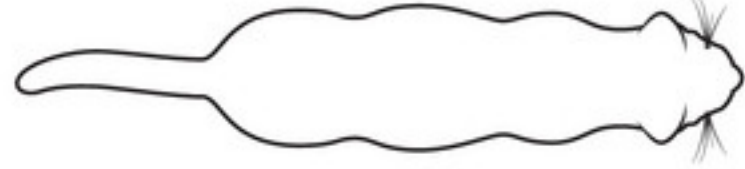
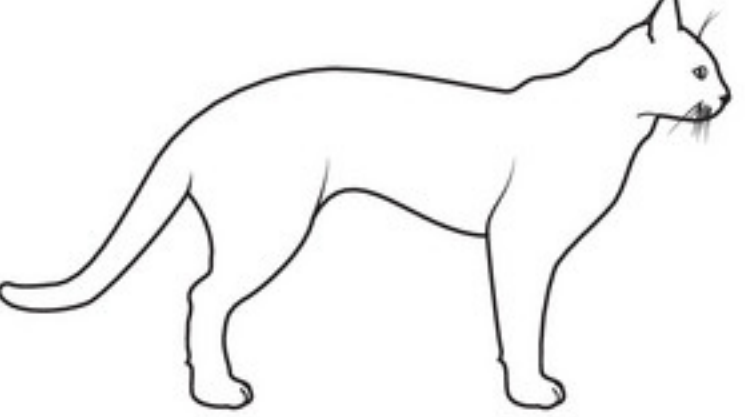
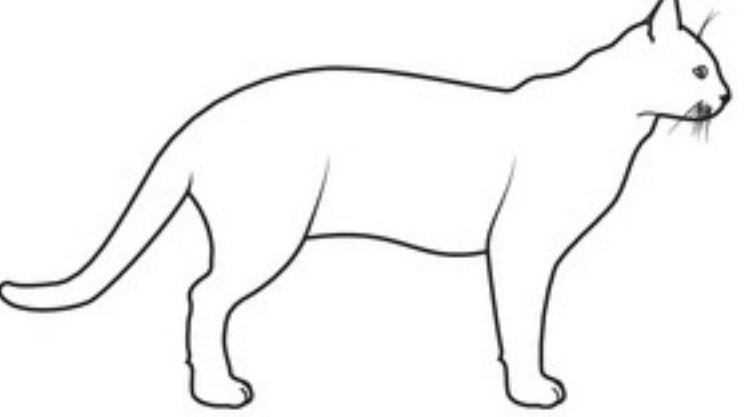
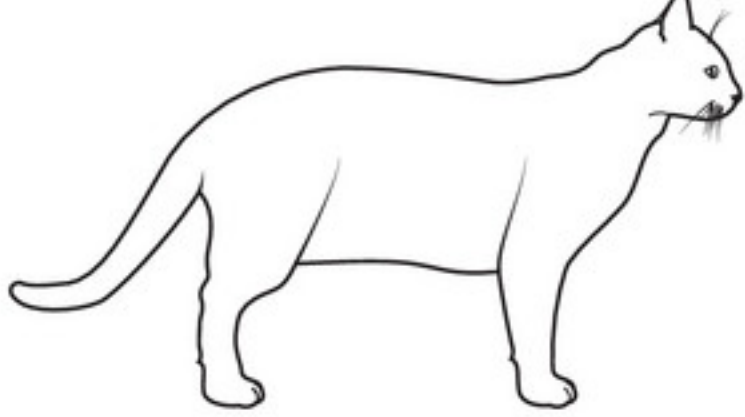
B

Groente en fruit.

C

Vlees en vis.

▼ Afb. 75 Advies voor hoeveelheid voedsel voor een kat.

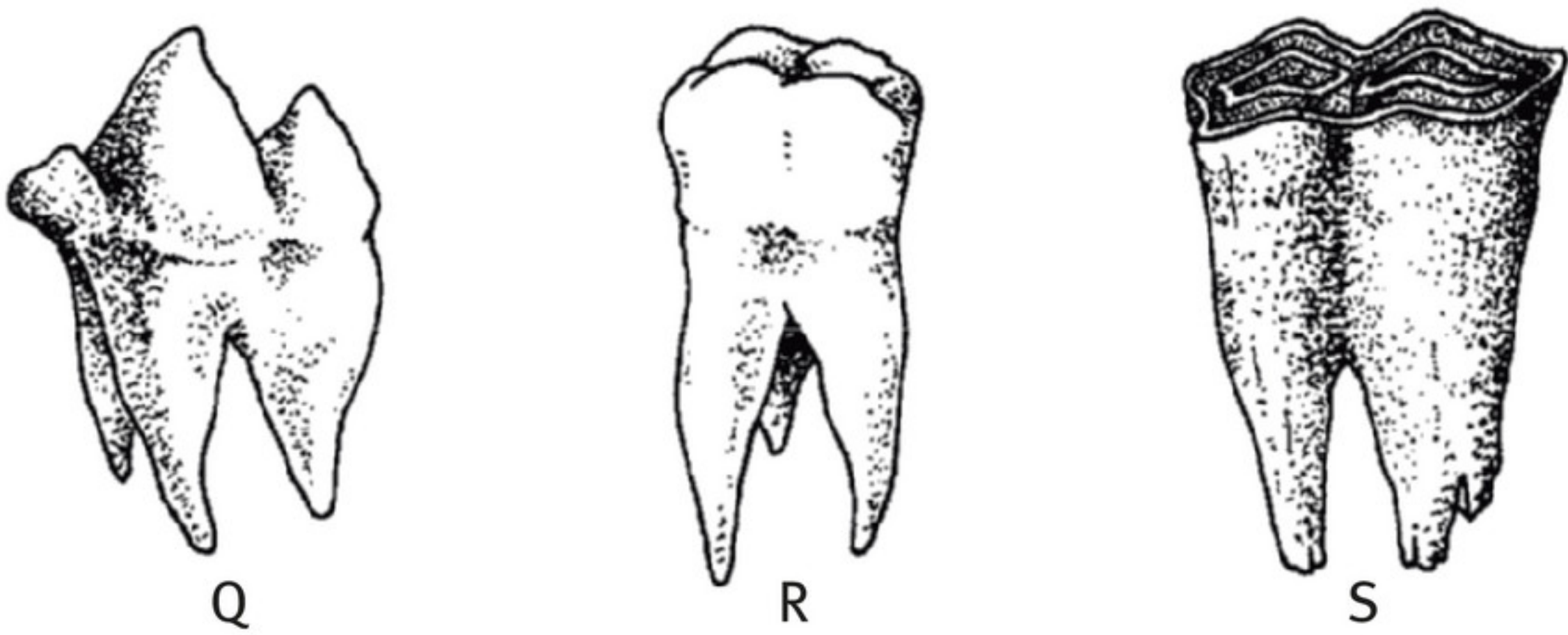
Hoeveelheid brokjes per dag				Samenstelling	
Gewicht (kg)	Mager	Normaal	Dik	vocht	7%
				eiwit	33%
				vet	22%
2	35 g	30 g		mineralen	6%
3	55 g	45 g		vezels	11%
4	75 g	60 g	45 g	zetmeel	21%
5		75 g	55 g		
6		85 g	65 g		
7			75 g		

KATTEN

Naar: examen vmbo-gt 2014-2, vraag 39, 40, 44 en 45.

Een kat is een vleeseter. Een kat in het wild jaagt op kleine prooien, zoals muizen en vogels. In afbeelding 74 zie je drie typen kiezen.

▼ Afb. 74 Typen kiezen.



- 1p
- 2

Welke letter geeft het type kies aan dat een kat heeft?

A

Letter Q.

B

Letter R.

C

Letter S.

Katten die als huisdier worden gehouden, krijgen meestal speciaal kattenvoer. In afbeelding 75 zie je een deel van een etiket van een doos kattenbrokjes. Op het etiket staat informatie over de samenstelling van de brokjes. Ook wordt er advies gegeven over de hoeveelheid brokjes die je per dag aan je kat moet geven.

Hanneke heeft een dikke kat van 6 kg die ze brokjes uit de doos voert.

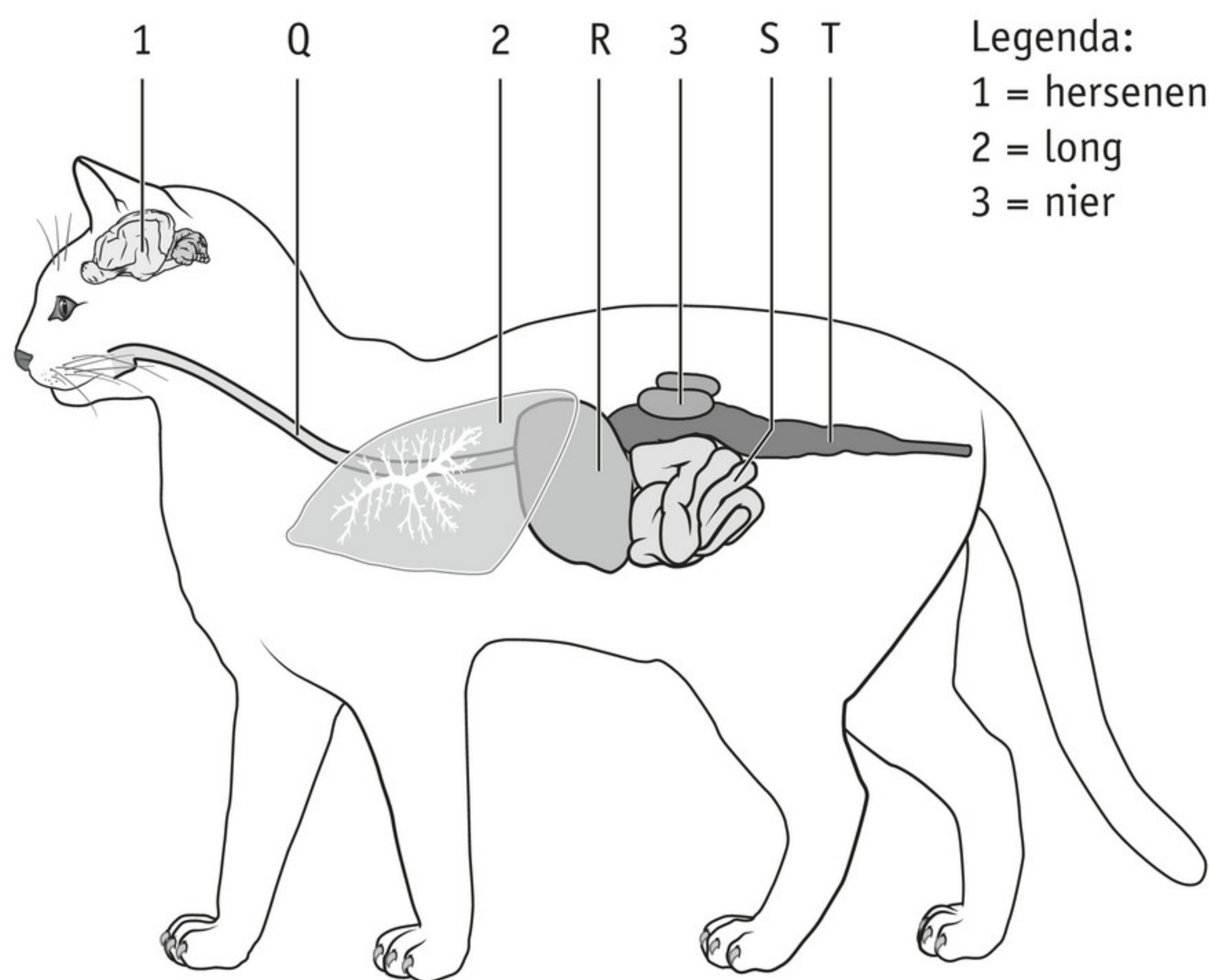
- 2p **3** Hoeveel gram eiwit krijgt de kat van Hanneke per dag binnen met de geadviseerde hoeveelheid brokjes? Leg je antwoord uit met een berekening.

In de darmen van katten kunnen parasieten leven die de kat ziek maken. Voorbeelden daarvan zijn dieren als spoelwormen in de dikke darm en lintwormen in de dunne darm.

Er zijn ook verschillende bacteriën en schimmels die darminfecties bij katten kunnen veroorzaken.

In afbeelding 76 zie je organen in het lichaam van een kat. De letters Q, R, S en T geven enkele organen van het verteringsstelsel aan. Je ziet ook organen van andere orgaanstelsels.

▼ **Afb. 76** Organen van een kat.



- 1p **4** Welke letter geeft het orgaan aan waarin een lintworm kan voorkomen?
- A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

Een dierenarts bekijkt een microscopisch preparaat om de oorzaak van een darmziekte bij een kat te onderzoeken. In het preparaat ziet hij een cel die wel een celwand heeft, maar geen celkern.

- 1p **5** Van welk organisme kan dit een cel zijn?
- A Van een bacterie.
 - B Van een schimmel.
 - C Van een spoelworm.

SPEEKSEL

Naar: examen vmbo-gt 2015-2, vraag 27 tot en met 29.

Speeksel bevat een enzym voor het afbreken van zetmeel. Mees doet een onderzoek naar de activiteit van dit enzym. Hij vraagt zich af of het enzym nog werkt na verhitting tot 100 °C.

Hij verhit wat speeksel tot 100 °C, laat dit enkele minuten koken en daarna weer afkoelen. Vervolgens doet hij in twee reageerbuizen (buis P en buis Q) 5 mL zetmeeloplossing en enkele druppels van een bruingeel indicator. Als de indicator in aanraking komt met zetmeel, wordt de oplossing blauw.

Mees voegt daarna aan buis P wat ongekokt speeksel toe. Aan buis Q voegt hij evenveel gekookt speeksel toe. Hij schudt beide buizen en laat ze tien minuten staan.

- 1p **6** Hoe heet de indicator die Mees voor zijn onderzoek gebruikt?
- 1p **7** Welke kleur heeft de oplossing in buis P en buis Q bij het begin van de proef? En welke kleur na tien minuten? Kies uit: *blauw* – *bruingeel*.
- 1p **8** Welke buis dient als controle bij het onderzoek van Mees: buis P of buis Q?

Plusvraag

ALLERGIE

Naar: examen havo 2015-1, vraag 29.

Een allergie is een overgevoeligheid voor bepaalde stoffen in de omgeving. Allergische klachten zijn meestal met geneesmiddelen te verlichten. Dergelijke geneesmiddelen kunnen oraal als tablet worden ingenomen; andere worden lokaal op de huid, in de ogen of in de neus gebracht.

- 2p **9** Noteer twee factoren waartegen medicijnen in tabletten bestand moeten zijn om de maag te passeren zonder hun werking te verliezen.

5

Gaswisseling



BASISSTOF

- 1 Het ademhalingsstelsel van de mens
- 2 Inademen en uitademen
- 3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen
- 4 Gaswisseling bij dieren

54
59
62
66

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

69
71

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Longverpleegkundige
- 2 Practicum: de kieuwen van een vis
- 3 Ademfrequentie

78
79
80

EXAMENTRAINER

82



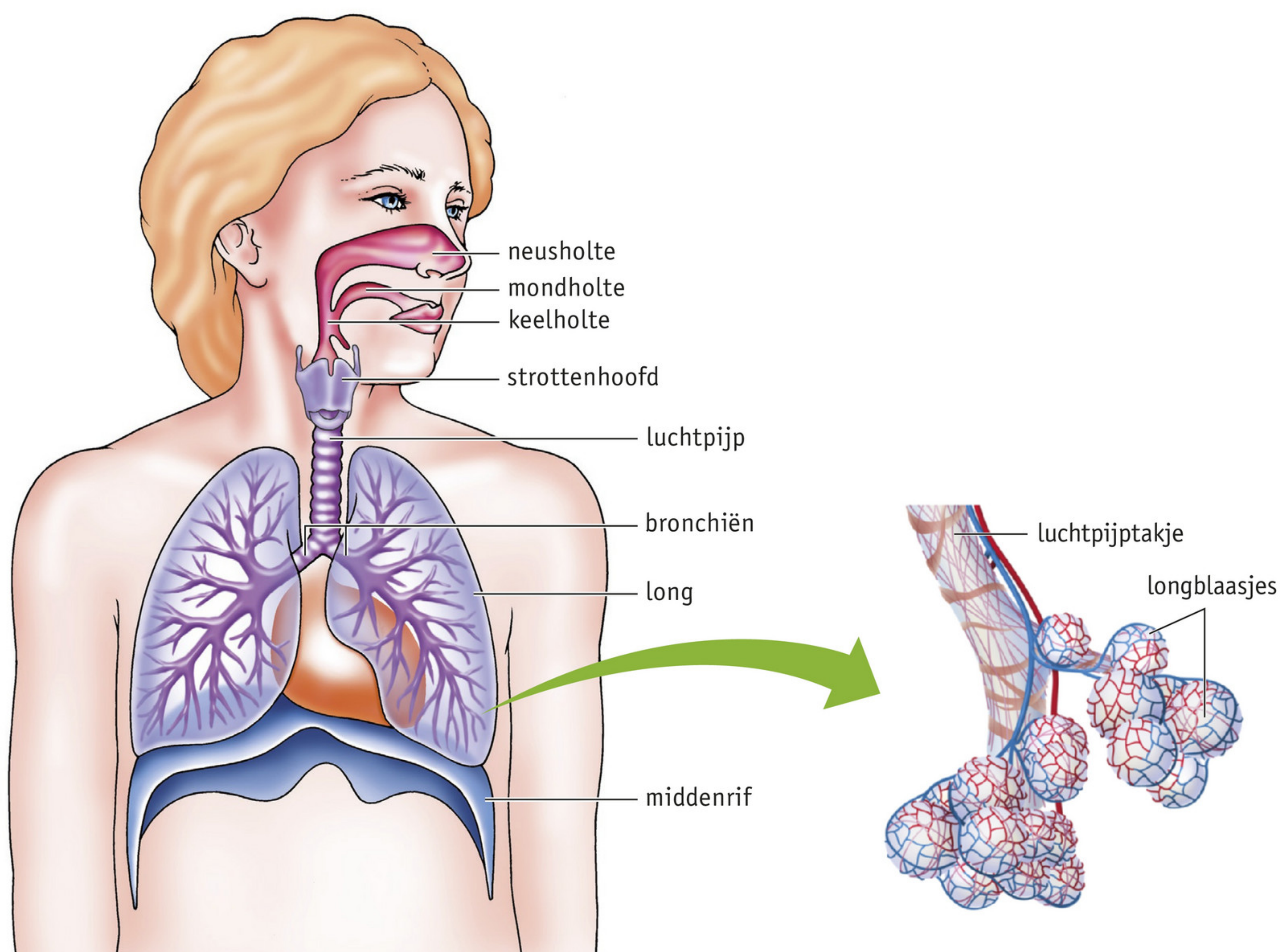
Als je inademt, neem je gassen op uit de lucht. Bij het uitademen geef je gassen af aan de lucht. Gassen opnemen en afgeven noem je gaswisseling. In dit thema leer je hoe de gaswisseling bij mensen plaatsvindt. Je leert hoe je ademhalingsstelsel is gebouwd en op welke manier je zuurstof uit de lucht opneemt en koolstofdioxide aan de lucht afgeeft. Je leert ook door welke oorzaken je ademhalingsstelsel minder goed kan werken. Ten slotte leer je hoe de gaswisseling bij verschillende dieren plaatsvindt.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het ademhalingsstelsel van de mens

Je bent aan het sporten en je spant je behoorlijk in. Je raakt buiten adem en gaat sneller en dieper inademen. Je krijgt meer energie en je kunt weer presteren. Het lijkt vanzelf te gaan, maar in werkelijkheid moet er heel wat gebeuren in je lichaam.

▼ **Afb. 1** Het ademhalingsstelsel van een mens.



GASWISSELING

Elk levend wezen maakt energie door in de lichaamscellen voedingsstoffen te verbranden. Voor verbranding is zuurstof nodig. Daarom neemt elk organisme zuurstof op uit de omgeving. Bij de verbranding ontstaat koolstofdioxide. Dit gas moet weer aan de omgeving worden afgegeven. Het opnemen van zuurstof en het afgeven van koolstofdioxide noem je **gaswisseling**.

Bij de gaswisseling moet je de lucht in je **longen** voortdurend verversen. Dat noem je **ademhalen**. In afbeelding 1 zie je een schematische tekening van het ademhalingsstelsel van de mens.

Je ademt lucht in door je neus of je mond. De lucht komt dan in de neusholte of in de mondholte terecht. Vervolgens komt de lucht via de keelholte en het strottenhoofd in de luchtpijp. De luchtpijp vertakt zich in twee bronchiën, één naar de linkerlong en één naar de rechterlong. De bronchiën vertakken zich in steeds dunnere luchtpijptakjes. Aan het eind van elk luchtpijptakje zitten kleine longblaasjes.

NEUSHOLTE EN MONDHOLTE

De meeste mensen ademen door hun neus. In de lucht die je inademt, kunnen stofdeeltjes en ziekteverwekkers voorkomen. Vooraan in de **neusholte** groeien **neusharen** die grote stofdeeltjes tegenhouden. In de neusholte ligt het neusslijmvlies. Het **neusslijmvlies** bestaat uit slijmproducerende cellen en trilhaarcellen (zie afbeelding 2).

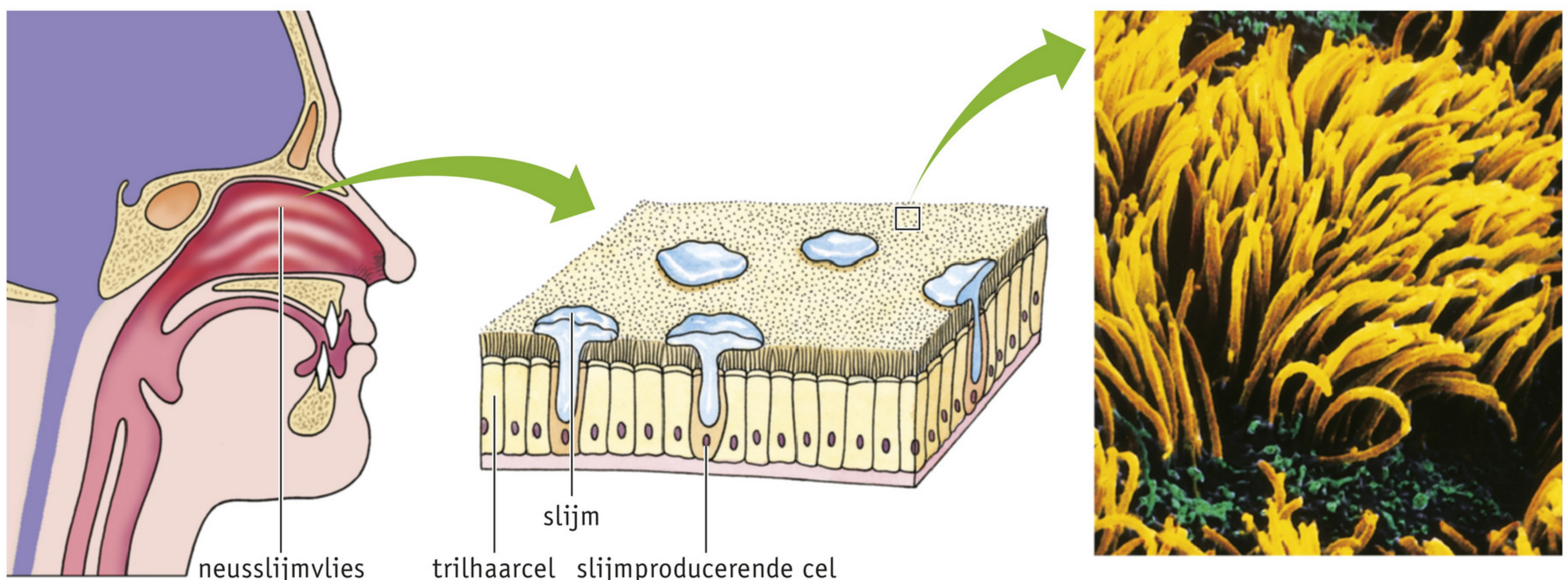
De **slijmproducerende cellen** maken slijm. Kleine stofdeeltjes en ziekteverwekkers blijven kleven aan dat slijm. Bovendien is de binnenkant van de neusholte door het slijm erg vochtig. Hierdoor wordt de lucht bij het inademen ook vochtig. De **trilharen** maken een golvende beweging, waardoor het slijm naar de keelholte gaat en je het doorslikt. De slijmproducerende cellen en de trilharen zorgen er samen voor dat veel stofdeeltjes en ziekteverwekkers niet in de longen komen.

In het neusslijmvlies lopen bloedvaten. Het bloed verwarmt het neusslijmvlies. Hierdoor wordt de ingeademde lucht verwarmd.

Boven in de neusholte liggen de reukzintuigcellen. Deze zintuigcellen waarschuwen als er stinkende gassen in de lucht zitten.

Je kunt ook ademen door je mond. In de mondholte kan de lucht echter niet worden gefilterd. Bovendien kun je met de mondholte niet ruiken of er stinkende gassen in de lucht voorkomen.

▼ **Afb. 2** Neusholte met neusslijmvlies.



KEELHOLTE EN STROTENHOOFD

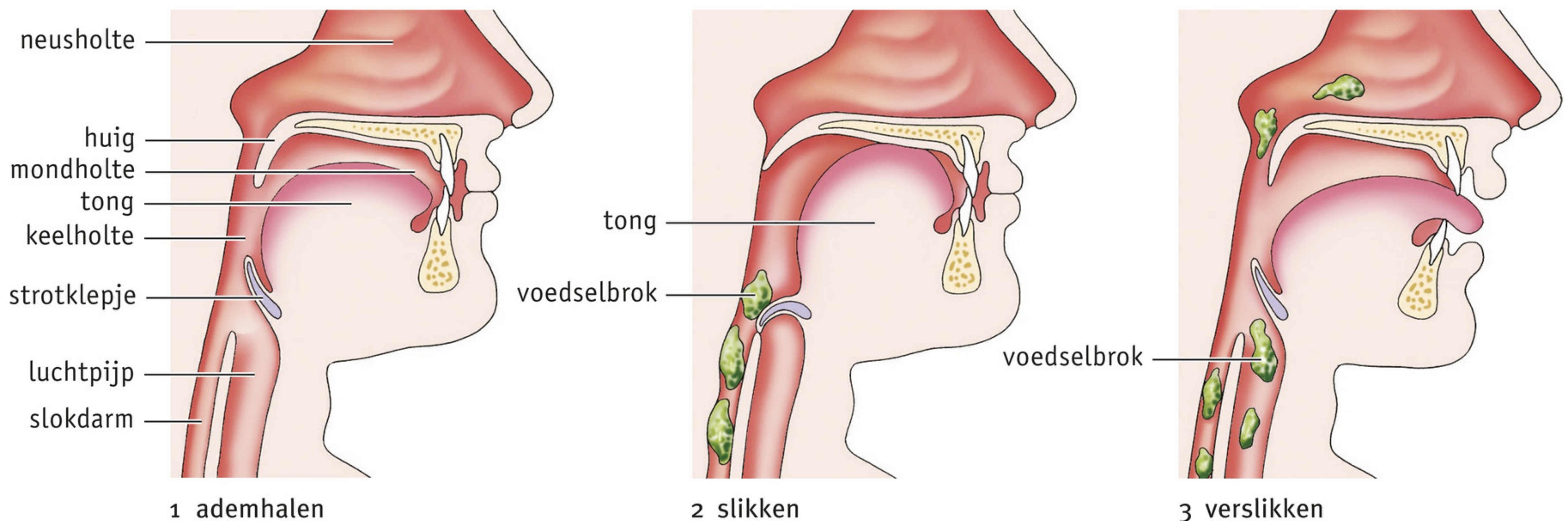
Ingeademde lucht gaat vanuit de neusholte of mondholte naar de **keelholte**. Vanuit de keelholte gaat de lucht naar de luchtpijp.

Wanneer je voedsel doorslikt, gaat dit voedsel vanuit de **mondholte** via de keelholte naar de slokdarm. In de keelholte kruisen de wegen van de lucht en van het voedsel elkaar.

Als je ademhaalt, stroomt de lucht ongehinderd vanuit de neusholte of de mondholte in de luchtpijp (zie afbeelding 3.1). Als je voedsel inslikt, sluit het **strotklepje** de luchtpijp af en de **huig** de neusholte. Daardoor kan het voedsel vanuit de mondholte niet naar de neusholte en de luchtpijp. Het kan alleen naar de slokdarm (zie afbeelding 3.2).

Als het strotklepje en de huig niet goed sluiten, kun je je verslikken. Er komt dan toch voedsel in je neusholte of luchtpijp terecht (zie afbeelding 3.3). Dit gebeurt bijvoorbeeld als je eet of drinkt en tegelijkertijd in de lach schiet. Je gaat dan hoesten om het voedsel uit je luchtpijp te verwijderen.

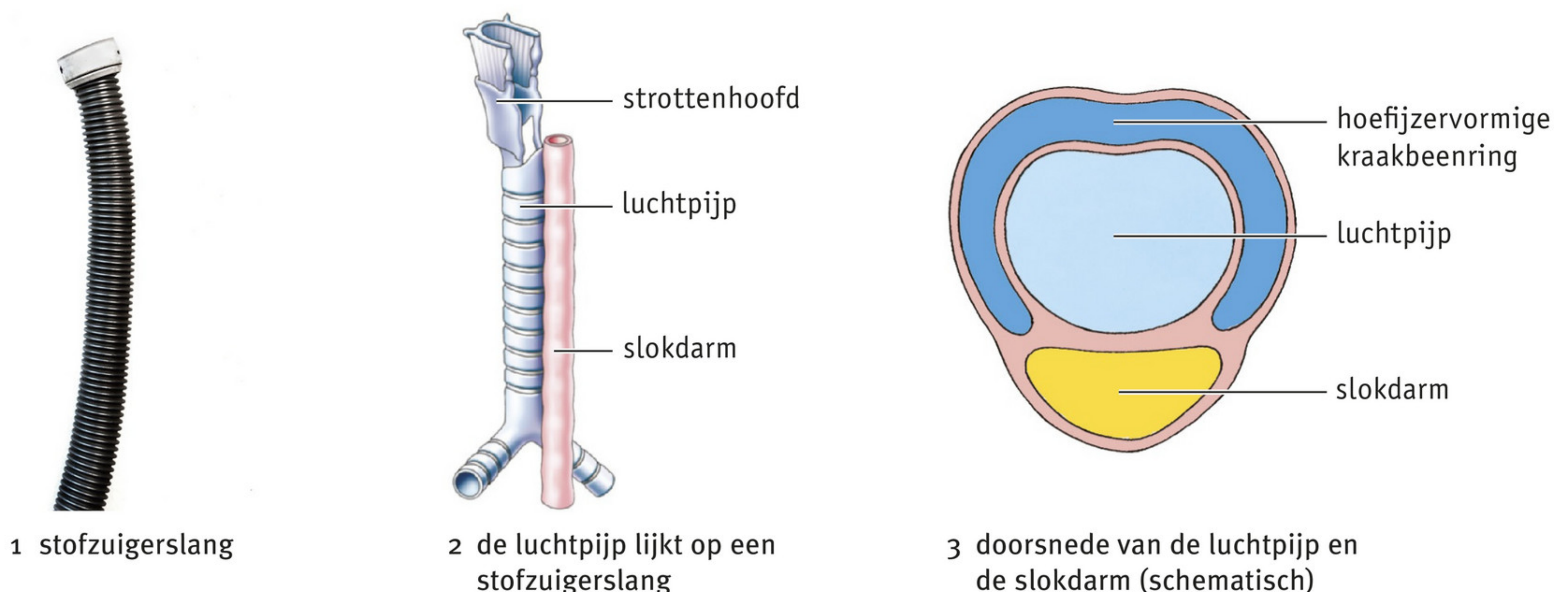
▼ **Afb. 3** Ademhalen, slikken en verslikken.



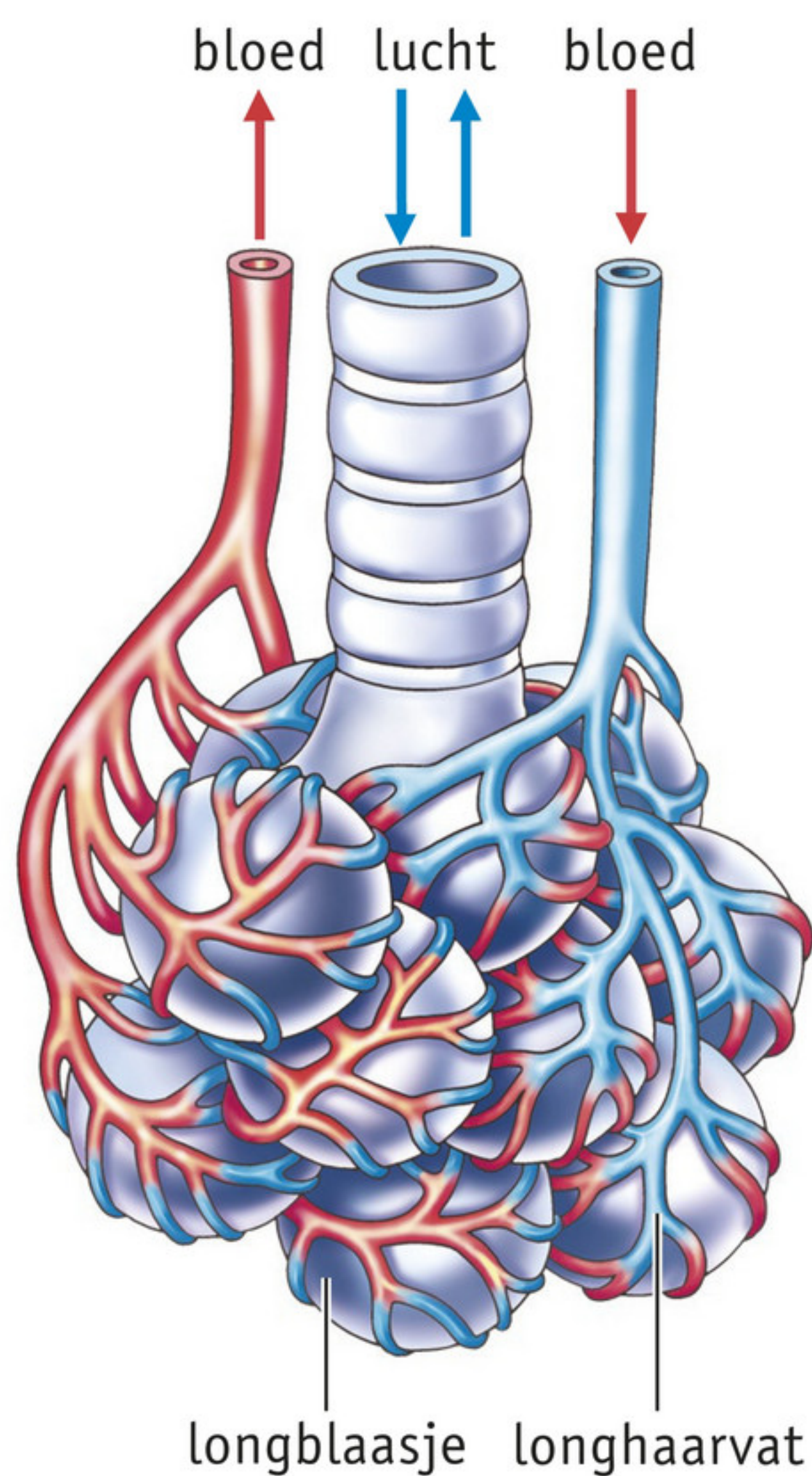
LUCHTPIJP EN BRONCHIËN

De **luchtpijp** is een holle buis die altijd openstaat (zie afbeelding 4). Dit komt doordat in de wand van de luchtpijp hoefijzervormige **kraakbeenringen** voorkomen. De luchtpijp kun je vergelijken met een stofzuigerslang. Beide zijn soepel en beweegbaar, maar je kunt ze niet gemakkelijk indrukken. Achter de luchtpijp ligt de slokdarm (zie afbeelding 4.2).

▼ **Afb. 4** Luchtpijp en slokdarm.



▼ **Afb. 5** Longblaasje met longhaarvaten.



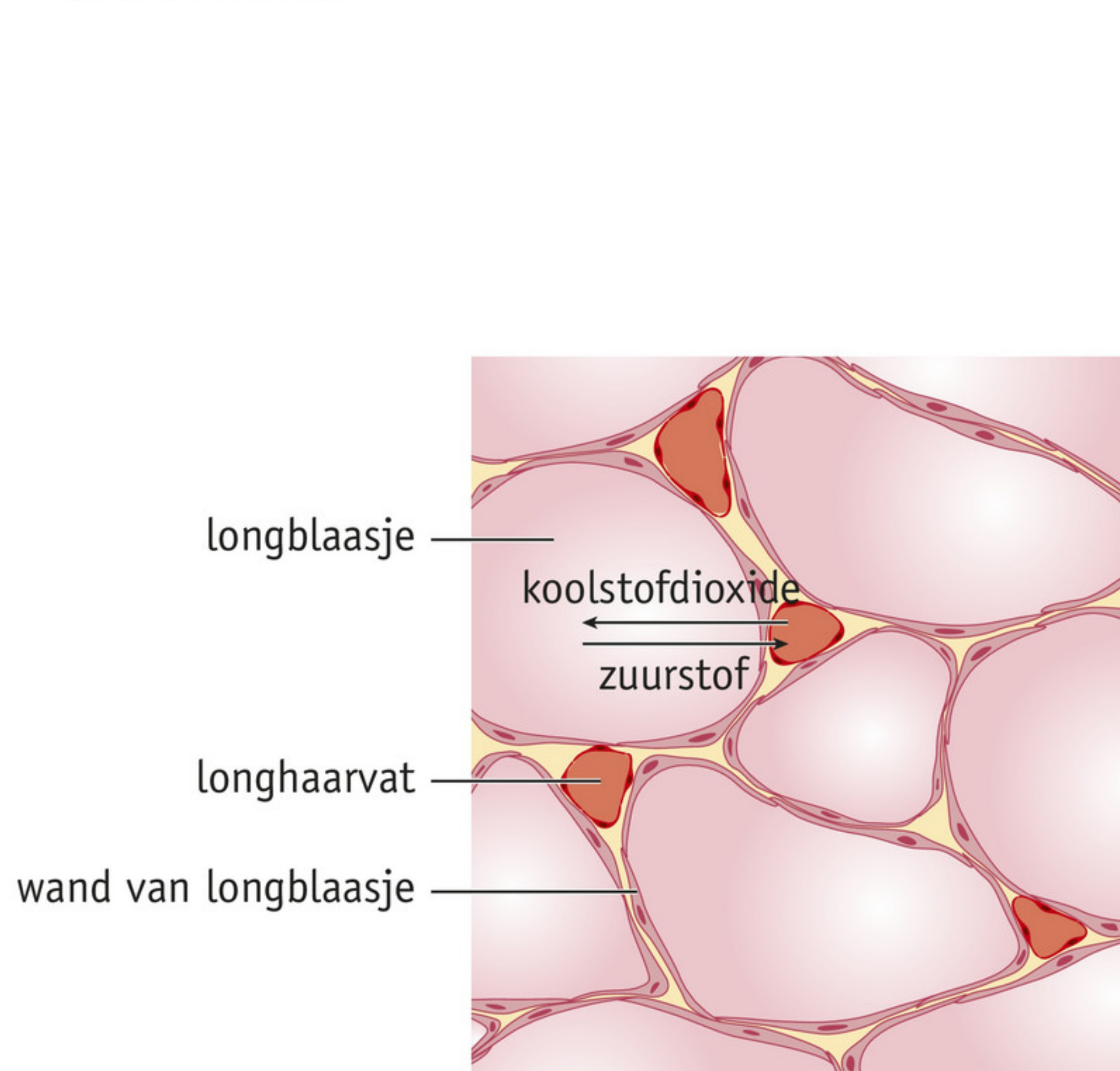
De luchtpijp splitst zich in twee takken: de **bronchiën**. Naar elke long gaat één bronchie. Net als bij de luchtpijp zitten er in de wand van de bronchiën kraakbeenringen. De bronchiën vertakken zich in steeds dunnere buisjes: de **luchtpijptakjes**. In de wanden van de luchtpijptakjes zitten geen kraakbeenringen, maar spiertjes. Die spiertjes trekken samen als de luchtwegen worden geprikkeld door bijvoorbeeld rook of kou. Daardoor worden de luchtwegen nauwer. De binnenwand van de luchtpijp, bronchiën en luchtpijptakjes is bedekt met slijmvlies. Slijmproducerende cellen maken voortdurend slijm aan. De trilhaarcellen vervoeren dit slijm omhoog naar de keelholte. Daar slik je het slijm in. Als de slijmlaag dik is, of als de trilharen niet goed werken, ga je hoesten.

LONGBLAASJES

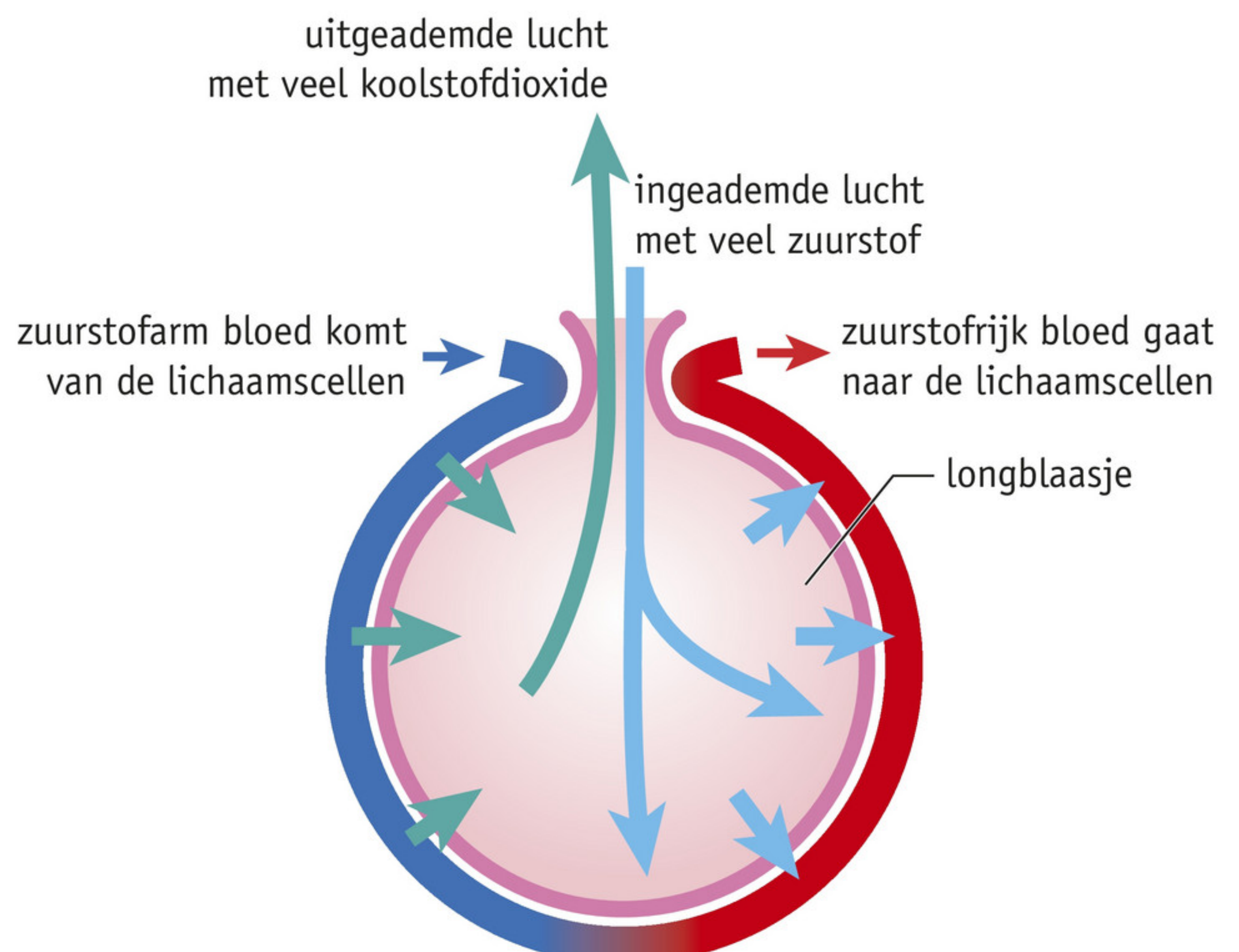
Aan het uiteinde van de luchtpijptakjes bevinden zich de **longblaasjes**. Om de longblaasjes zit een netwerk van kleine bloedvaatjes: de **longhaarvaten** (zie afbeelding 5).

De wanden van de longblaasjes en de longhaarvaten bestaan maar uit één laag cellen. Via deze dunne wanden kunnen gassen worden uitgewisseld tussen de lucht in de longblaasjes en het bloed in de longhaarvaten. Alle longblaasjes samen hebben ongeveer hetzelfde oppervlak als een half volleybalveld (70 tot 100 m²). Dankzij dit grote oppervlak gaat zuurstof snel vanuit de lucht in de longblaasjes naar het bloed in de longhaarvaten. Koolstofdioxide gaat vanuit het bloed in de longhaarvaten naar de lucht in de longblaasjes. Bloed dat naar de longblaasjes stroomt, bevat weinig zuurstof en veel koolstofdioxide. Bloed dat van de longblaasjes wegstroomt, bevat veel zuurstof en weinig koolstofdioxide (zie afbeelding 6).

▼ **Afb. 6** Gaswisseling in de longen (schematisch).



1 dwarsdoorsnede van een stukje longweefsel



2 gaswisseling tussen longblaasje en longhaarvat

SAMENSTELLING VAN DE LUCHT

Door de gaswisseling in de longen is de samenstelling van de ingeademde lucht anders dan die van de uitgeademde lucht (zie tabel 1). Zuurstof is nodig voor verbranding en wordt daarom opgenomen in je lichaam. Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en waterdamp. Bij de uitademing verlaten deze gassen het lichaam. Dat uitgeademde lucht veel waterdamp bevat, merk je als je uitademt terwijl het koud is (zie afbeelding 7.1). De waterdamp condenseert dan en je ziet heel veel kleine waterdruppels in de uitgeademde lucht. Ook de temperatuur van de ingeademde en uitgeademde lucht verschilt. Dat merk je bijvoorbeeld als je erg koude handen hebt. Je houdt je handen dan vlak voor je mond en verwarmt ze met de uitgeademde lucht (zie afbeelding 7.2).

WB OPDRACHT 1 T/M 11 BLZ. 60

WB PRACTICUM 1 BLZ. 82

▼ Tabel 1 Samenstelling van de lucht.

	Ingeademde lucht	Uitgeademde lucht
Gassen in de lucht:		
– stikstof	78%	78%
– zuurstof	21%	17%
– edelgassen	1%	1%
– koolstofdioxide	0,04%	4%
– waterdamp	weinig	veel
Temperatuur	lager dan 32 °C	32 °C

► Afb. 7 Uitademen.



1 uitgeademde lucht bevat veel waterdamp

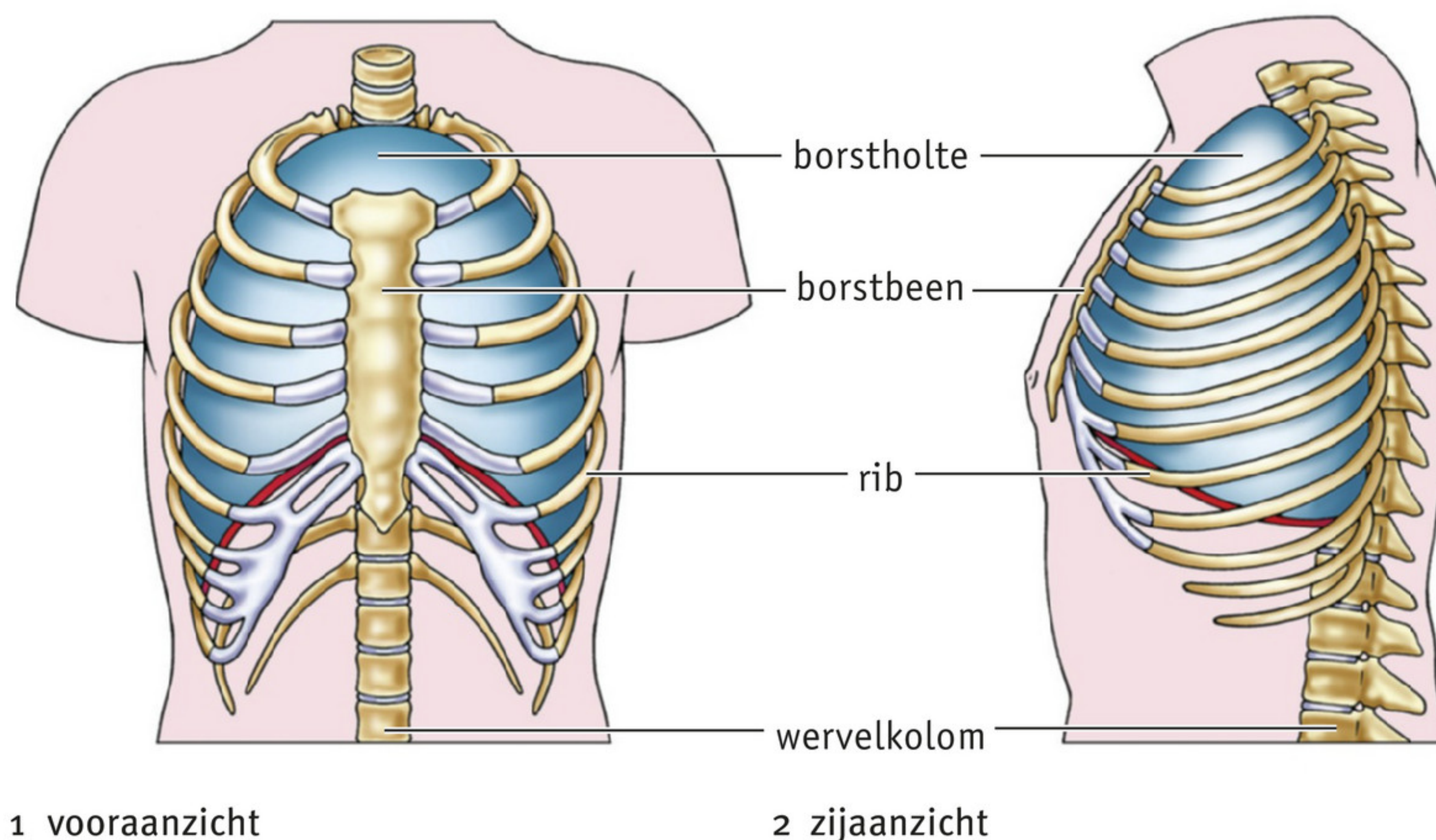


2 uitgeademde lucht is warm

2 Inademen en uitademen

Ademhalen doe je niet alleen met je longen. Er zijn nog meer organen die een rol spelen bij de ademhaling.

► **Afb. 8** De borstholte (schematisch).

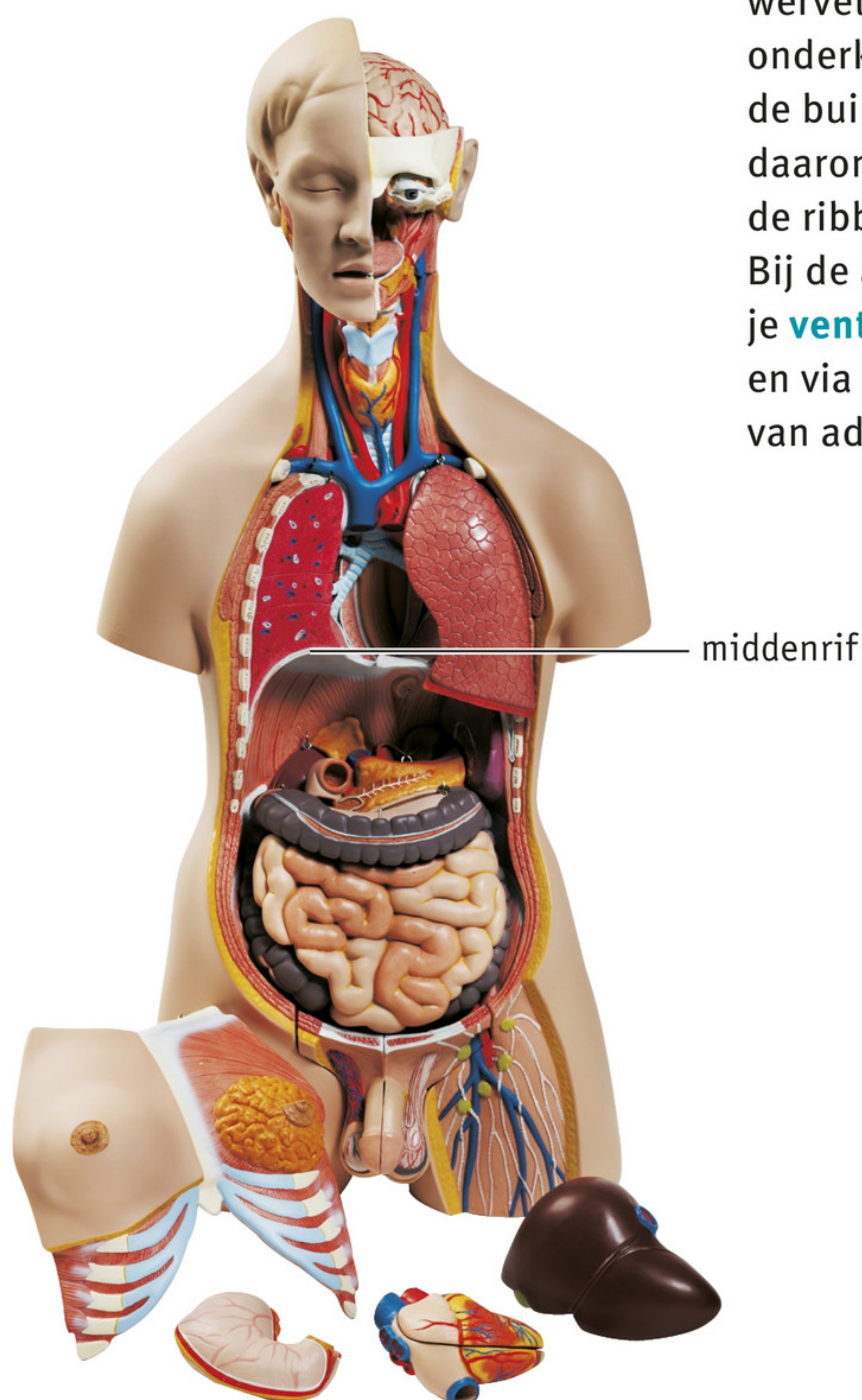


VENTILATIE

De longen liggen in de borstholte. De borstholte wordt gevormd door de wervelkolom met de ribben en het borstbeen (zie afbeelding 8). Aan de onderkant vormt het middenrif de afscheiding tussen de borstholte en de buikholte (zie afbeelding 9). Het middenrif bestaat uit spierpezen met daaromheen een rand die bestaat uit spierweefsel. De longen zitten vast aan de ribben, het borstbeen en het middenrif.

Bij de ademhaling wordt de lucht in de longen voortdurend ververst. Dit noem je **ventilatie**. Je kunt op twee manieren in- en uitademen: via borstademhaling en via buikademhaling. Bij gewone ademhaling gebruik je beide manieren van ademhalen tegelijkertijd.

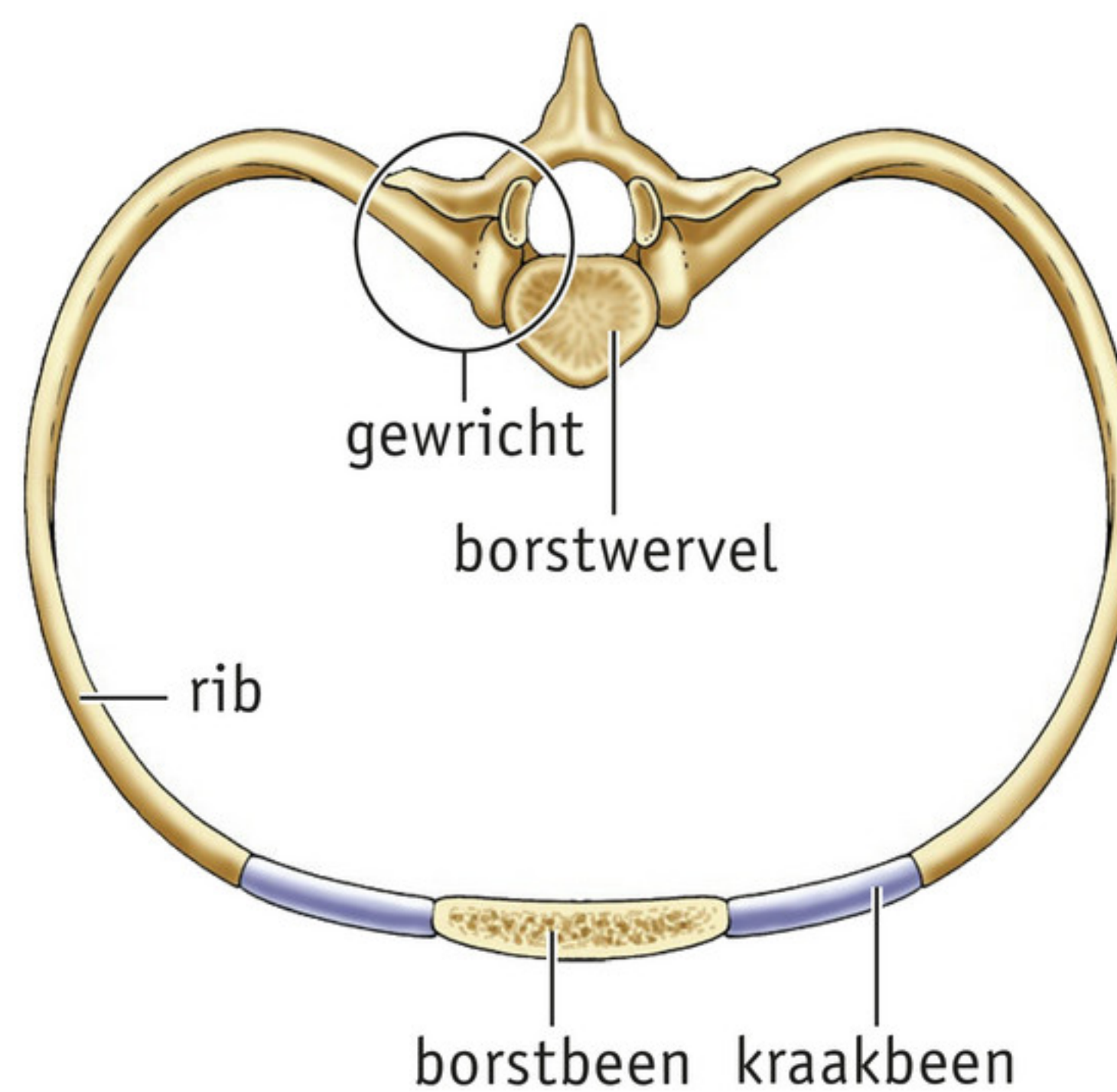
▼ **Afb. 9** Torso.



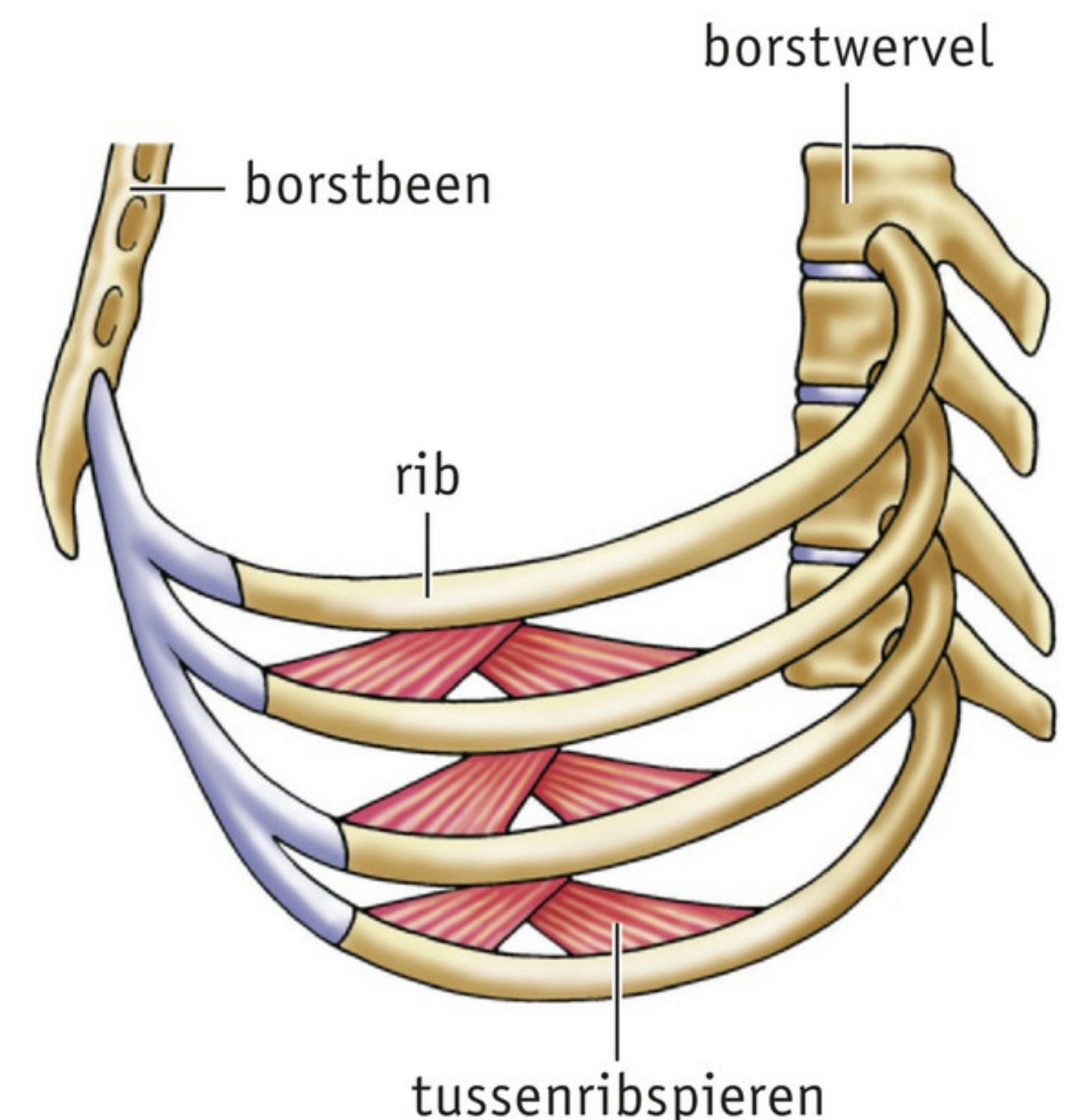
BORSTADEMHALING

Bij **borstademhaling** adem je in en uit dankzij bewegingen van de ribben en het borstbeen. De ribben zijn door gewrichten verbonden met de borstwervels en door kraakbeen met het borstbeen (zie afbeelding 10).

▼ **Afb. 10** Verbinding tussen een borstwervel, ribben en het borstbeen.

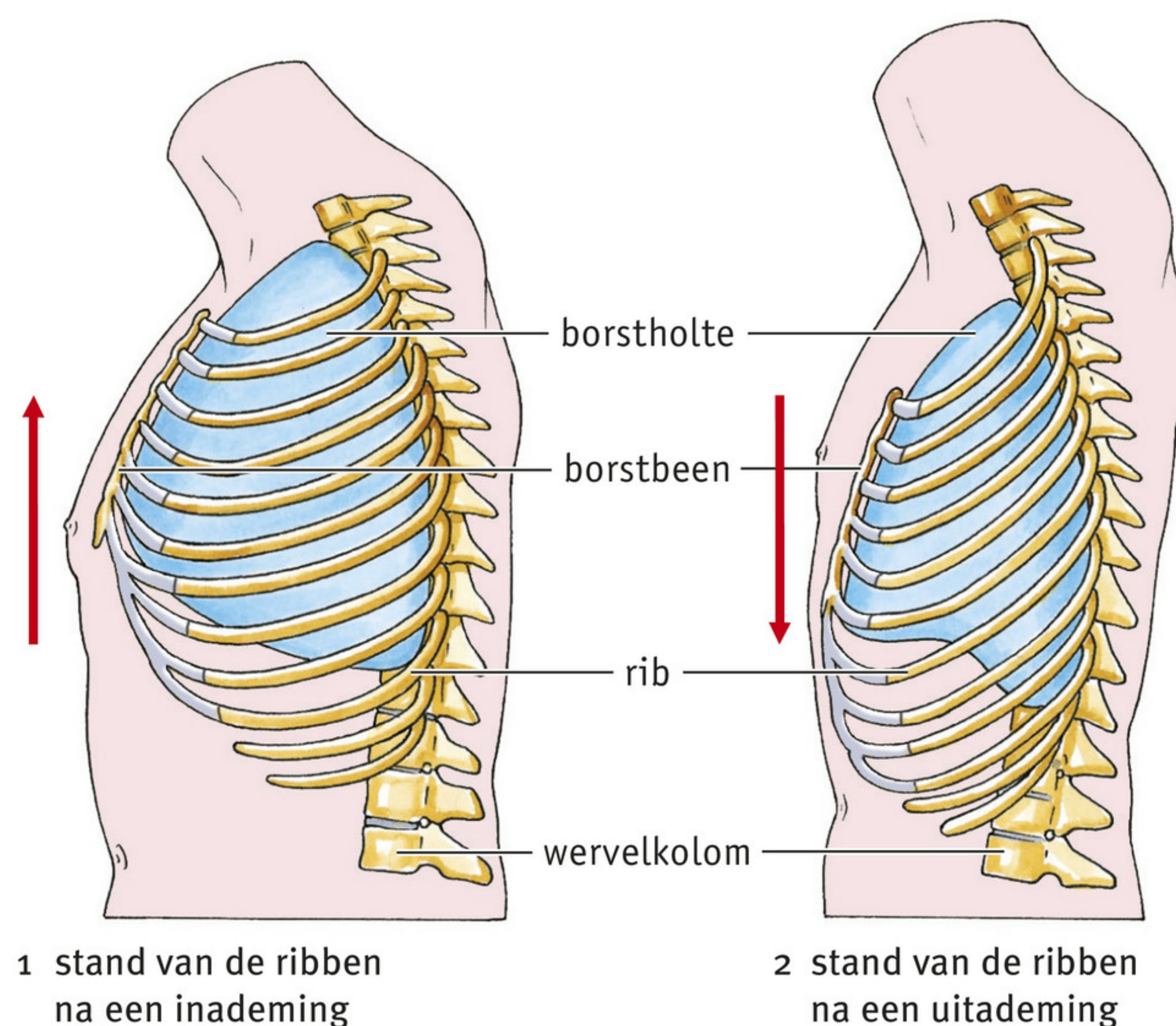


▼ **Afb. 11** Deel van de borstkas met tussenribspieren (schematisch).



Dankzij de gewrichten en de kraakbeenverbinding kunnen de ribben en het borstbeen bewegen. Tussen de ribben zitten spieren: de **tussenribspieren** (zie afbeelding 11). Door het spannen en ontspannen van deze spieren gaan de ribben en het borstbeen bewegen.

► **Afb. 12** Borstademhaling (schematisch).



Je gaat inademen als bepaalde tussenribspieren samentrekken. Daardoor bewegen je ribben en je borstbeen omhoog en naar voren. De borstholte wordt daardoor groter (zie afbeelding 12.1). Doordat de longen vastzitten aan de ribben en het borstbeen worden de longen ook groter. Als gevolg daarvan

wordt er lucht in je longen gezogen: je ademt in. Bij een diepe inademing trekken ook spieren in je hals samen. Hierdoor gaan de ribben en het borstbeen nog verder omhoog en naar voren.

Je gaat uitademen als de tussenribspieren ontspannen. De ribben en het borstbeen zakken dan door hun eigen gewicht omlaag en naar achteren (zie afbeelding 12.2). De borstholte wordt dan kleiner. Het gevolg is dat de longen ook kleiner worden. Als de longen kleiner worden, wordt er lucht naar buiten geperst: je ademt uit. Bij een diepe uitademing trekken bepaalde tussenribspieren samen. Dat zijn andere tussenribspieren dan de spieren die voor de inademing zorgen. Hierdoor kan de borstholte nog kleiner worden gemaakt.

BUIKADEMHALING

Bij **buikademhaling** bewegen het middenrif en de buikwand.

Je gaat inademen als de **middenrifspieren** samentrekken. Hierdoor beweegt het middenrif omlaag. De borstholte wordt dan groter (zie afbeelding 13.1). Doordat de longen vastzitten aan het middenrif worden de longen ook groter. Het gevolg is dat er lucht naar binnen wordt gezogen.

Als het middenrif omlaag beweegt, wordt de buikholte kleiner. De organen in de buikholte worden daardoor naar voren weggedrukt. Daardoor voel je de buikwand naar voren komen.

Je gaat uitademen als de middenrifspieren ontspannen. De organen in de buikholte drukken het middenrif omhoog. Daardoor worden de borstholte en de longen kleiner (zie afbeelding 13.2). Het gevolg is dat de lucht naar buiten wordt geperst. In de buikholte komt weer ruimte voor de organen. Daardoor keert de buikwand terug in zijn normale stand.

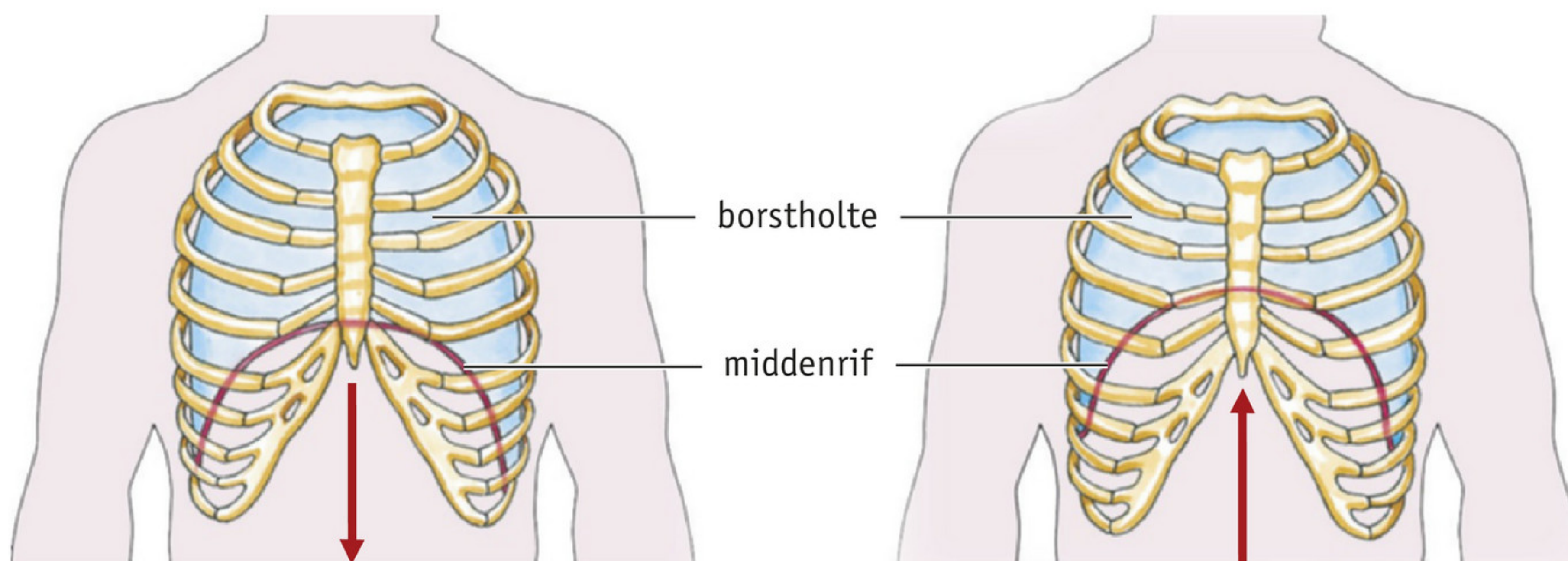
Als je blaast of zucht, trekken de buikspieren samen. Die buikspieren drukken dan de organen in je buikholte naar binnen. Daardoor drukken deze organen het middenrif nog verder omhoog.

Tijdens het sporten speelt borstademhaling een belangrijke rol. Het helpt om de longen zo groot mogelijk te maken zodat je meer lucht kunt inademen.

▼ **Afb. 13** Buikademhaling (schematisch).

WB OPDRACHT 12 T/M 20 BLZ. 66

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 83



1 stand van het middenrif na een inademing

2 stand van het middenrif na een uitademing

3 Aandoeningen aan longen en luchtwegen

▼ **Afb. 14** Medicijnen innemen met een inhalator.



Veel jongeren doen aan voetbal. Soms zie je spelers in de rust of na de wedstrijd medicijnen innemen met een inhalator (zie afbeelding 14). Dat zijn medicijnen tegen klachten aan de luchtwegen. Zo'n tien procent van alle jongeren heeft last van dergelijke klachten. Gemiddeld heeft elk voetbalteam dus een speler met klachten aan de luchtwegen.

LUCHTKWALITEIT

De lucht die je inademt, is meestal niet zuiver. Van nature komen in de lucht bijvoorbeeld bacteriën, sporen en stuifmeelkorrels voor. Ook kan de lucht verontreinigd zijn met fijnstof en bepaalde gassen. Als je rookt, adem je tijdens het roken veel schadelijke stoffen in (zie afbeelding 15).

Mensen met een aandoening aan de luchtwegen zijn extra gevoelig voor verontreiniging in de lucht. Als je longen en luchtwegen minder goed functioneren, ben je snel benauwd en moet je vaak hoesten.

Astma en COPD zijn ziekten die te maken hebben met ontstekingen van het ademhalingsstelsel. De verschijnselen van deze ziekten lijken erg op elkaar, maar de oorzaken zijn heel verschillend. Bij astma speelt erfelijke aanleg een belangrijke rol. Bij COPD zijn de longen beschadigd door het inademen van schadelijke stoffen.

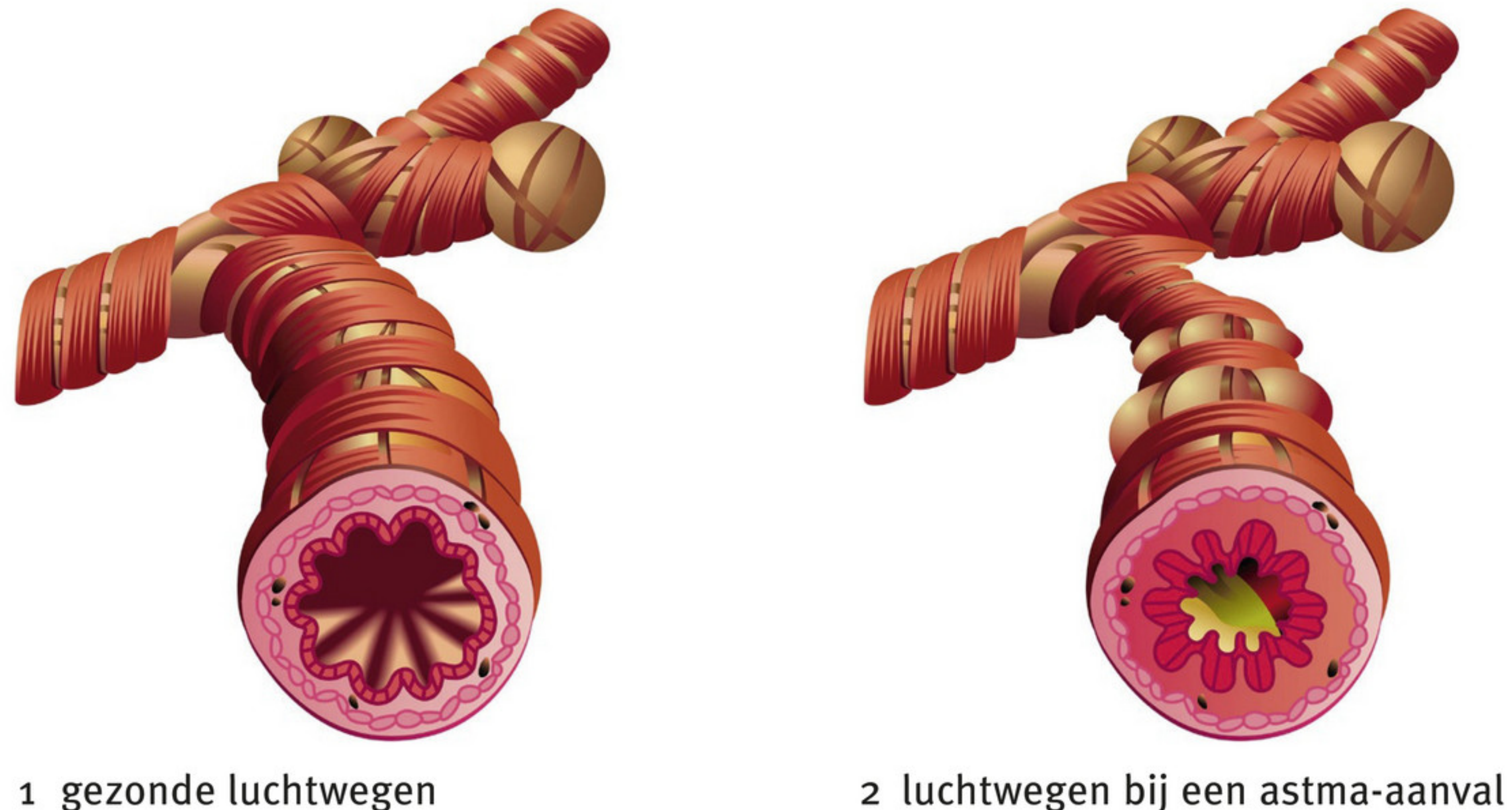
► **Afb. 15** Stoffen in tabaksrook.



ASTMA

Astma is een ziekte waarbij de bronchiën ontstoken zijn. Astma geeft niet elke dag klachten, maar gaat nooit over. De ontstekingen zijn blijvend. Bij astma kun je plotseling benauwd worden. Dit noem je een astma-aanval. Een astma-aanval is vaak een reactie op prikkels zoals huishoudstoffen van huisdieren, huisstofmijt, uitlaatgassen, tabaksrook of inspanning. Door deze prikkels trekken de spiertjes in de wand van de luchtwegen samen (zie afbeelding 16). Bovendien kan het slijmvlies in de luchtwegen verdikt zijn. Hierdoor worden de luchtwegen nauwer en gaat ademen moeilijker. De lucht in de longen wordt daardoor niet genoeg verversd.

- **Afb. 16** Het verschil tussen gezonde luchtwegen en luchtwegen bij een astma-aanval.



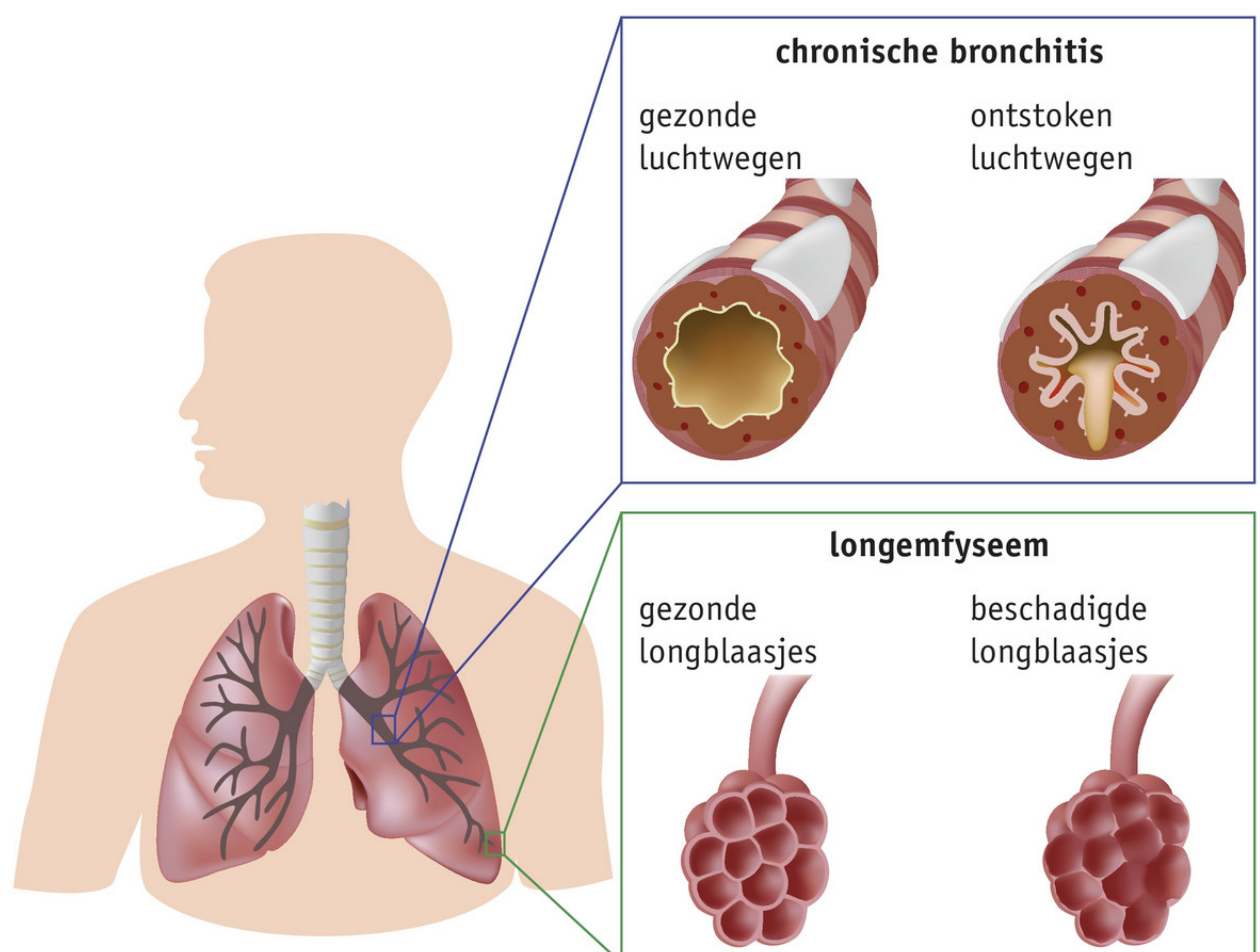
COPD

Bij **COPD** zijn de longen beschadigd. Daardoor gaat ademen moeilijker. Een gezonde volwassene heeft per dag ongeveer tienduizend liter zuurstof nodig. Een COPD-patiënt kan per dag soms maar de helft daarvan opnemen. Als gevolg daarvan hebben COPD-patiënten minder energie dan gezonde mensen. COPD is een ziekte die niet kan genezen. Roken is de belangrijkste oorzaak van COPD.

COPD is een verzamelnaam voor chronische bronchitis en longemfyseem (zie afbeelding 17). Bij **chronische bronchitis** zijn de bronchiën ontstoken. Daardoor wordt er meer slijm gemaakt. Hierdoor zijn de bronchiën blijvend vernauwd.

Bij **longemfyseem** zijn de wanden van de longblaasjes beschadigd. Een trosje longblaasjes verandert daardoor in één groot, slap longblaasje. Kapotte longblaasjes kunnen minder zuurstof afgeven aan het bloed. Longblaasjes die kapot zijn, kunnen niet meer herstellen.

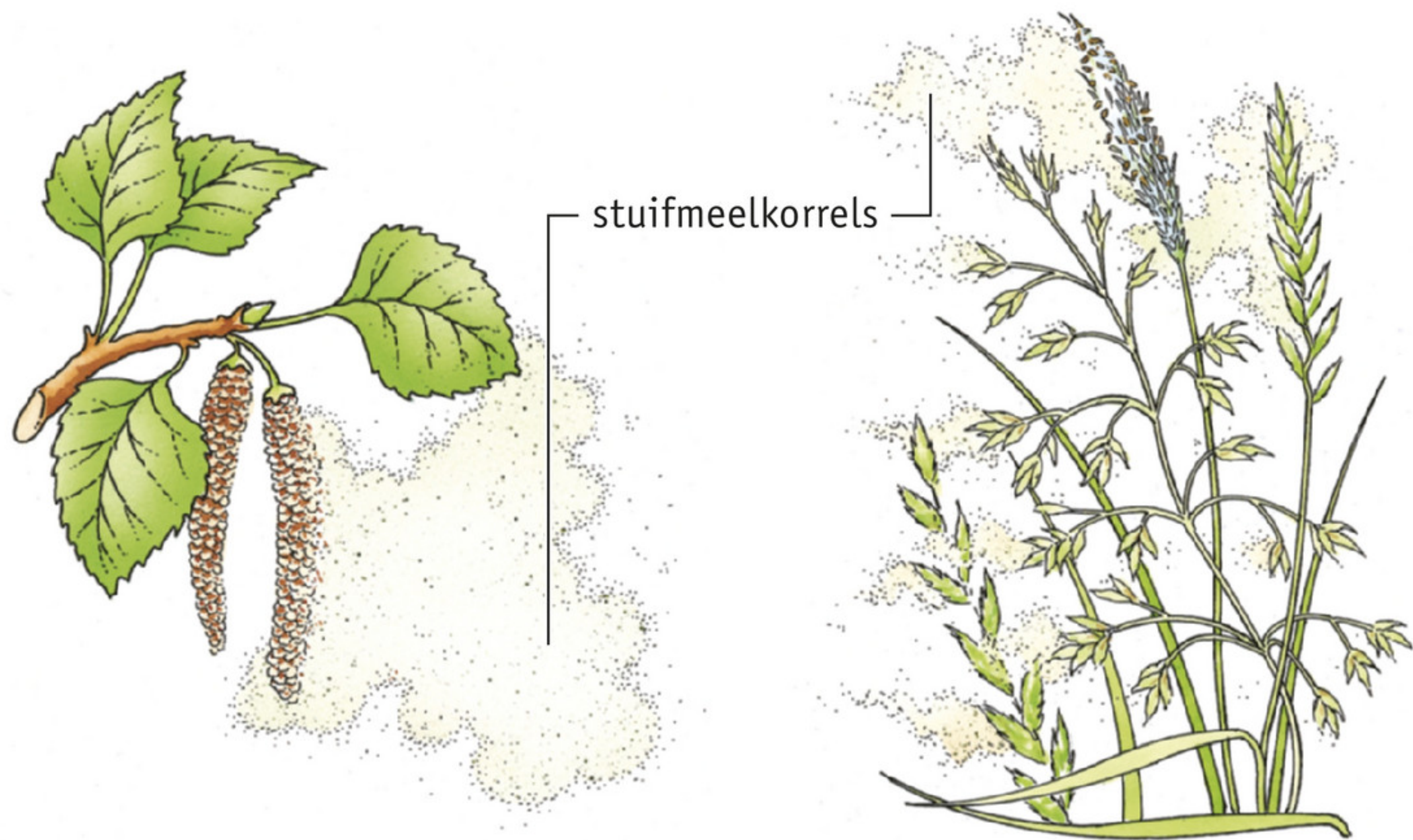
- **Afb. 17** Chronische bronchitis en longemfyseem.



HOOIKOORTS

In de lucht die je inademt, kunnen stuifmeelkorrels voorkomen. Deze stuifmeelkorrels zijn afkomstig van windbloemen en worden door de wind meegenomen (zie afbeelding 18). De stuifmeelkorrels die je inademt, blijven kleven aan het slijmvlies in je luchtwegen.

Afb. 18 Stuifmeel.



1 vooral in het voorjaar: stuifmeel van bomen (katjesdragers)

2 vooral in de zomer: stuifmeel van onder andere grassen

Sommige mensen kunnen er niet tegen wanneer hun slijmvlies in aanraking komt met stuifmeel. Deze mensen hebben last van **hooikoorts** (zie afbeelding 19).

Afb. 19

Stuifmeel vermijden

Hooikoortsinformatie

Op zonnige en winderige dagen zit er veel stuifmeel in de lucht. Het vermijden van stuifmeel is de beste oplossing tegen hooikoorts. Als je wil weten of er veel stuifmeel in de lucht zit, kun je dat met een app op je telefoon snel zien. Op www.pollennieuws.nl kun je gratis een app downloaden en kun je per dag zien hoeveel stuifmeel er in de lucht zit en wat de hooikoortsverwachting is.

Pollenkalender

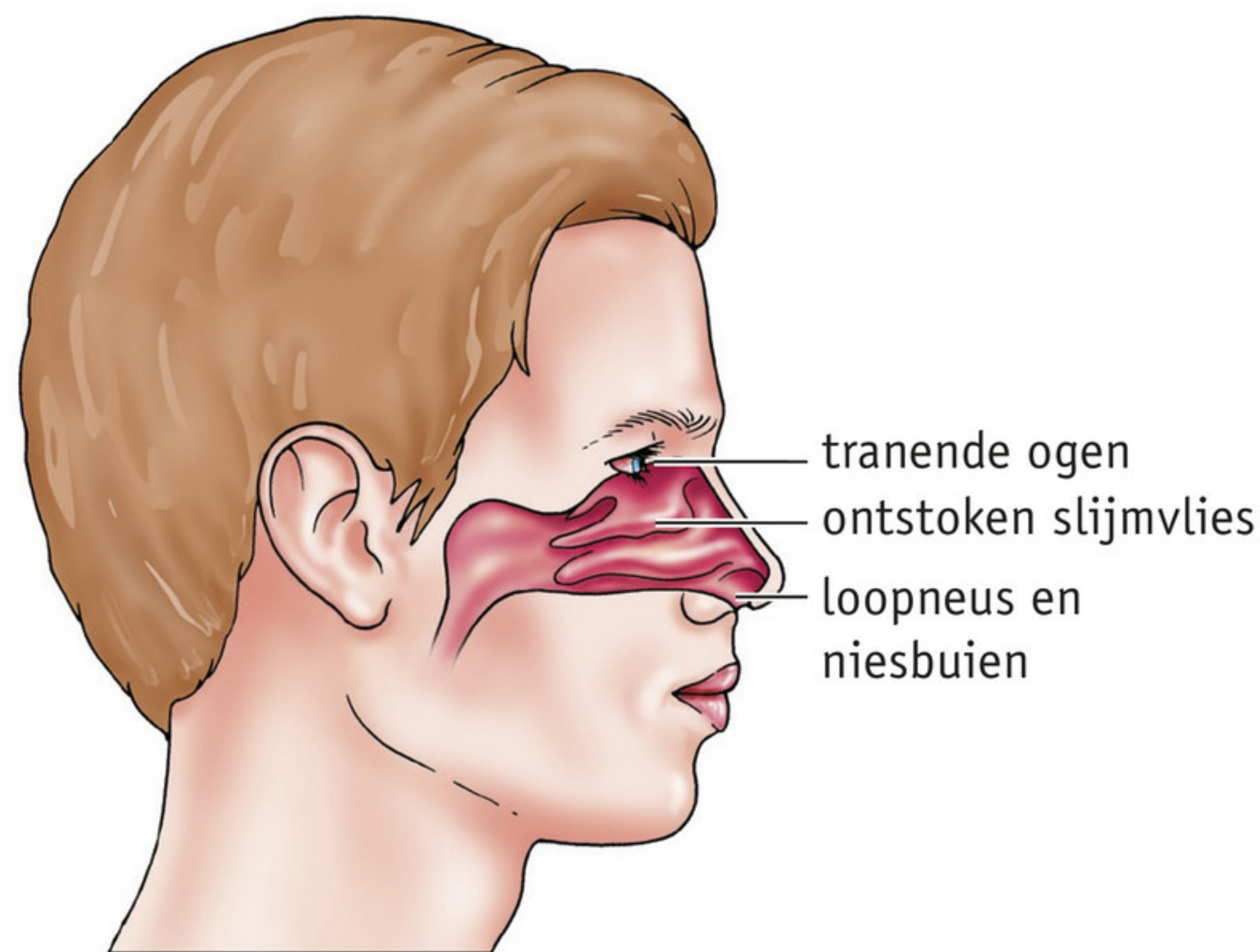
Een ander woord voor stuifmeelkorrels is pollen. Op een pollenkalender zie je wanneer welke stuifmeelkorrels in de lucht zitten. Veel mensen hebben vooral klachten als er stuifmeel van gras in de lucht zit. In juni en juli hebben deze mensen veel klachten. Maar er zijn ook mensen die alleen gevoelig zijn voor stuifmeel van bijvoorbeeld de els. Zij hebben last van hooikoorts in februari en maart.

	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Hazelaar												
Els												
Berk												
Eik												
Zwenkgras												
Roodzwenkgras												
Vossenstaart												
Rogge												
Gewoon struisgras												
Kropaar												
Veldbeemdgras												
Witbol												
Raaigras												
Timotheegras												
Reukgras												
Ambrosia												
Zuring												
Ganzenvoet												
Smalle weegbree												
Brandnetel												
Bijvoet												

Legenda: voor-/naseizoen hoofdseizoen
voorbeeld van een pollenkader

De stuifmeelkorrels prikkelen het slijmvlies van de luchtwegen en van de binnenkant van de oogleden. Hierdoor ontstaat een branderig of jeukend gevoel in neus, keel en ogen (zie afbeelding 20). Mensen met hooikoorts moeten vaak niezen.

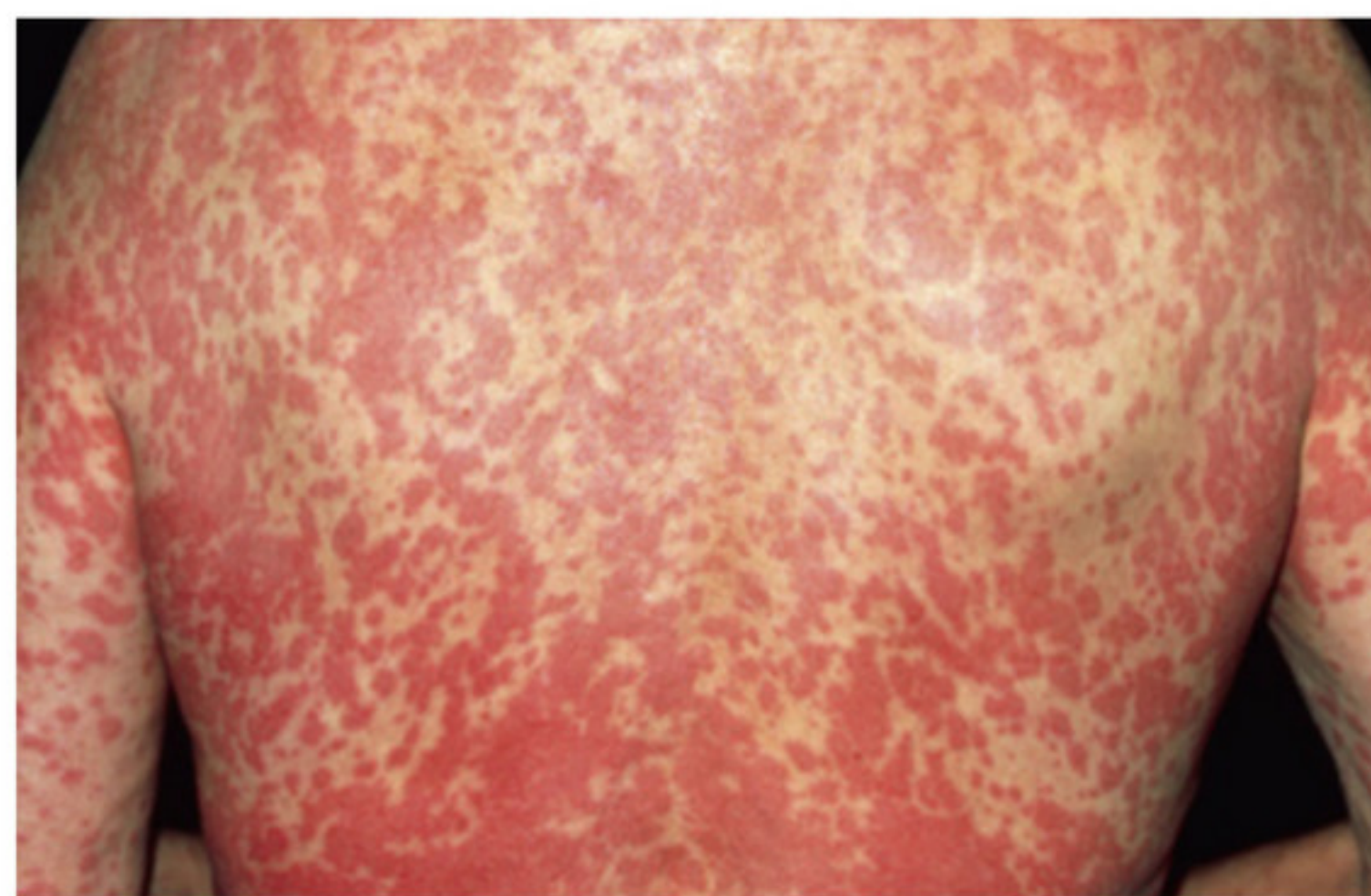
► **Afb. 20** De ziekteverschijnselen bij hooikoorts.



ALLERGIE

Bij een **allergie** reageert het afweersysteem van je lichaam heel sterk op een bepaalde stof. Als je die stof inademt of binnenkrijgt met je voedsel, krijg je **allergische reacties**. Die reacties kunnen ook optreden als de huid of slijmvliezen in aanraking komen met een stof waarvoor je allergisch bent. Huiduitslag, een branderig gevoel, gezwollen ogen, jeuk, ontstekingen en astma zijn voorbeelden van allergische reacties (zie afbeelding 21). Hooikoorts is een allergie die veel voorkomt.

▼ **Afb. 21** Huiduitslag door allergie.



▼ **Afb. 22** Huisstofmijt.



Je kunt voor allerlei stoffen allergisch zijn. Bij hooikoorts ben je allergisch voor stuifmeel. Maar je kunt ook allergisch zijn voor uitwerpselen van de huisstofmijt, huidschilfers van dieren, bepaalde stoffen in het voedsel, bepaalde chemicaliën en stoffen in make-up.

Huisstofallergie wordt meestal veroorzaakt door de uitwerpselen van de huisstofmijt (zie afbeelding 22). Dit is een spinachtig diertje. Je ziet ze niet, want ze zijn kleiner dan een millimeter. Huisstofmijten komen overal in huis voor, maar vooral op warme en vochtige plaatsen.

WB OPDRACHT 21 T/M 26 BLZ. 72

4

Gaswisseling bij dieren

▼ **Afb. 23** Reptielen en zoogdieren die in het water leven, moeten regelmatig naar het wateroppervlak om adem te halen.



1 schildpad



2 walvis

Een walvis die uitademt, spuit een fontein van waterdruppeltjes naar buiten. De grote druppels zijn afkomstig van water dat mee omhoog wordt gespoten tijdens de uitademing. De kleine waterdruppeltjes ontstaan doordat de waterdamp in de uitgeademde lucht condenseert. Je ziet dit ook als je uitademt tegen een koud raam of een spiegel.

LONGEN

Zoogdieren, vogels en reptielen halen alleen adem met longen. Zoogdieren en reptielen die in het water leven, halen ook uitsluitend adem met longen. Deze dieren moeten dan ook regelmatig naar het wateroppervlak komen om adem te halen (zie afbeelding 23).

Bij reptielen is het inwendig oppervlak van de longen in verhouding kleiner dan bij zoogdieren en vogels. Reptielen hebben in verhouding minder zuurstof nodig, omdat het koudbloedige dieren zijn. Koudbloedige dieren verbranden minder brandstoffen, omdat ze hun lichaamstemperatuur niet op peil hoeven te houden.

Amfibieën zoals kikkers en salamanders zijn ook koudbloedig. De huid van amfibieën is bedekt met een slijmlaag. Onder de huid stromen veel kleine bloedvaatjes. Via de huid nemen amfibieën zuurstof op uit de lucht en geven er koolstofdioxide aan af.

Jonge amfibieën hebben kieuwen. Als ze volwassen worden, ontwikkelen de longen zich. Deze longen zijn nog eenvoudiger gebouwd dan de longen van reptielen. Dat komt doordat amfibieën ook kunnen ademen door de huid. Sommige amfibieën krijgen echter geen longen (zie afbeelding 24).

▼ **Afb. 24**

Axolotl

Volwassen salamanders hebben longen, maar er zijn uitzonderingen. Een van die uitzonderingen is de axolotl. Dit dier krijgt nooit longen. Ook de volwassen dieren halen adem met kieuwen.

De kieuwen van een axolotl zijn anders gebouwd dan de kieuwen van een vis. Een axolotl heeft zes uitsteeksels aan het lichaam. Op deze uitsteeksels zitten rode kieuwen. Axolotls leven dan ook alleen in het water. In het wild zijn deze dieren zeldzaam. Ze komen alleen voor in een meer ten zuiden van Mexico-Stad. Ze zijn bruin of zwart en worden gemiddeld 20 cm lang. Ze leven vooral van insecten en kleine visjes. Axolotls worden ook als huisdier gehouden. Dan zijn ze meestal wit of roze van kleur.

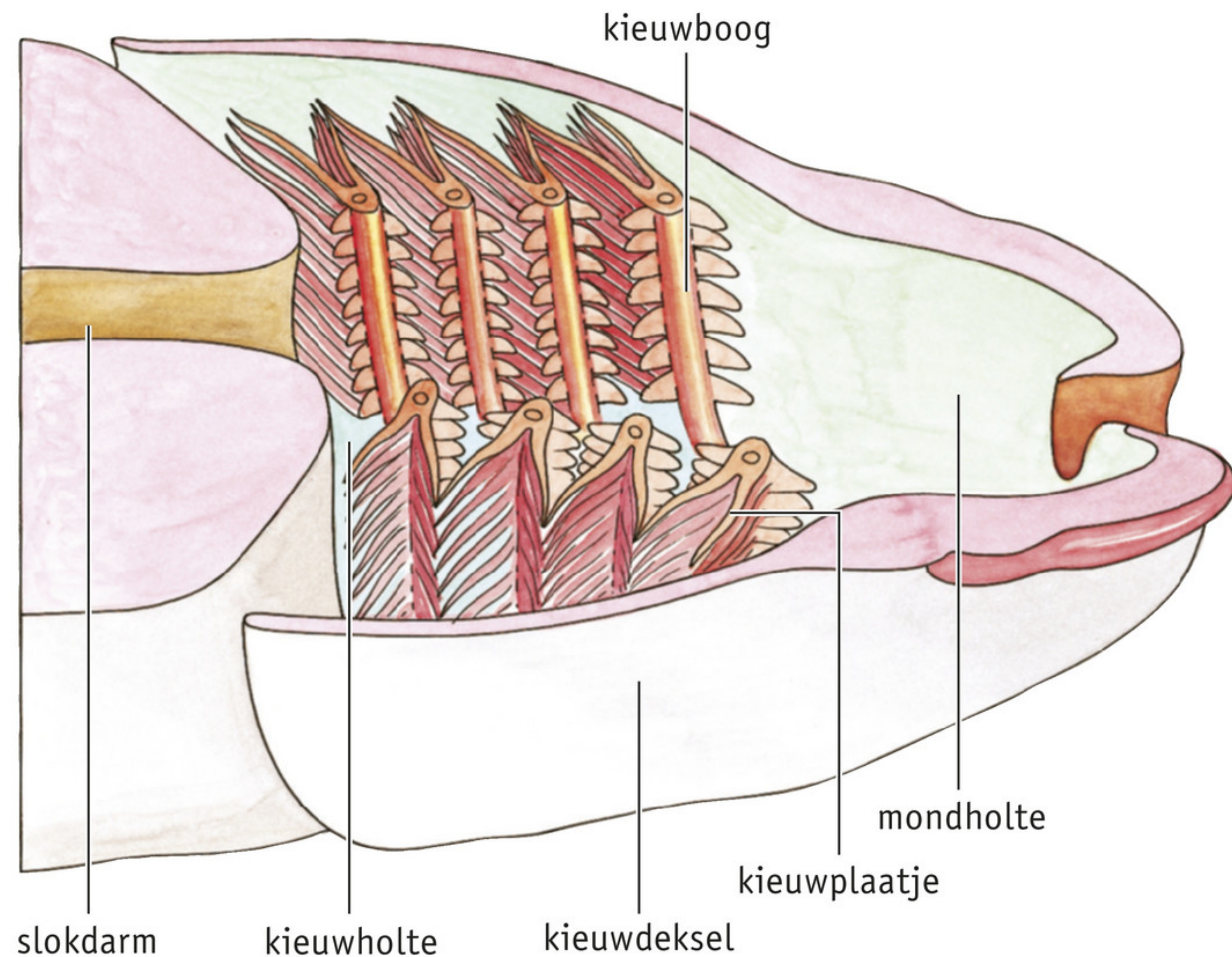


een volwassen axolotl heeft kieuwen

KIEUWEN

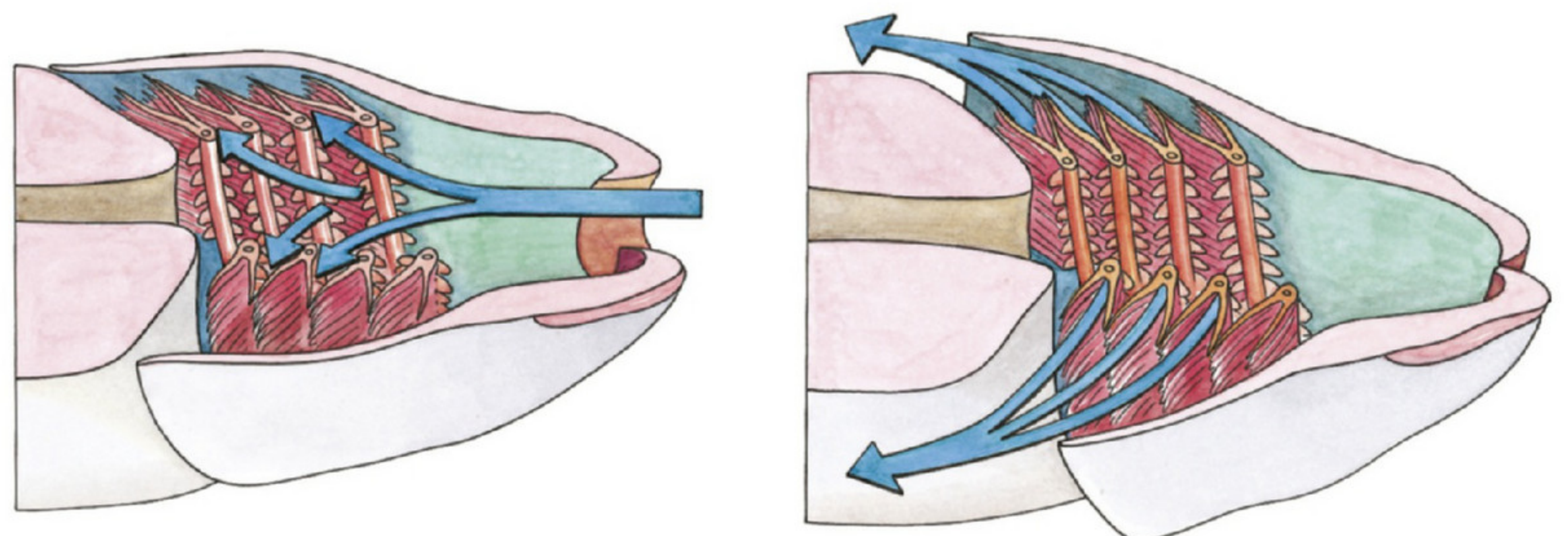
Bij een vis liggen de **kieuwen** vlak achter de kop in de kieuwholten (zie afbeelding 25). De kieuwholten zijn bedekt door kieuwdeksels. Elke kieuw bestaat uit een kieuwboog met daarop een groot aantal kieuwplaatjes. In de kieuwplaatjes liggen veel kleine bloedvaten (haarvaten). Samen hebben de kieuwplaatjes een groot oppervlak. Hierdoor kunnen vissen voldoende zuurstof in het bloed opnemen en koolstofdioxide aan het water afgeven.

► **Afb. 25** De kieuwen van een vis (schematisch).



Een vis ververst het water in de kieuwholten voortdurend. Als de bek van de vis opengaat, stroomt water de mondholte in (zie afbeelding 26.1). Daarna sluit de vis de bek en beweegt de mondbodem omhoog. Daardoor wordt het water in de kieuwholten geperst. Het water stroomt tussen de kieuwplaatjes door. Zuurstof uit het water wordt opgenomen in het bloed en koolstofdioxide uit het bloed wordt afgegeven aan het water. Het water verlaat de vis doordat de kieuwdeksels opengaan (zie afbeelding 26.2). Hierna gaan de kieuwdeksels weer dicht en de bek weer open. Vervolgens stroomt er opnieuw water in de mondholte.

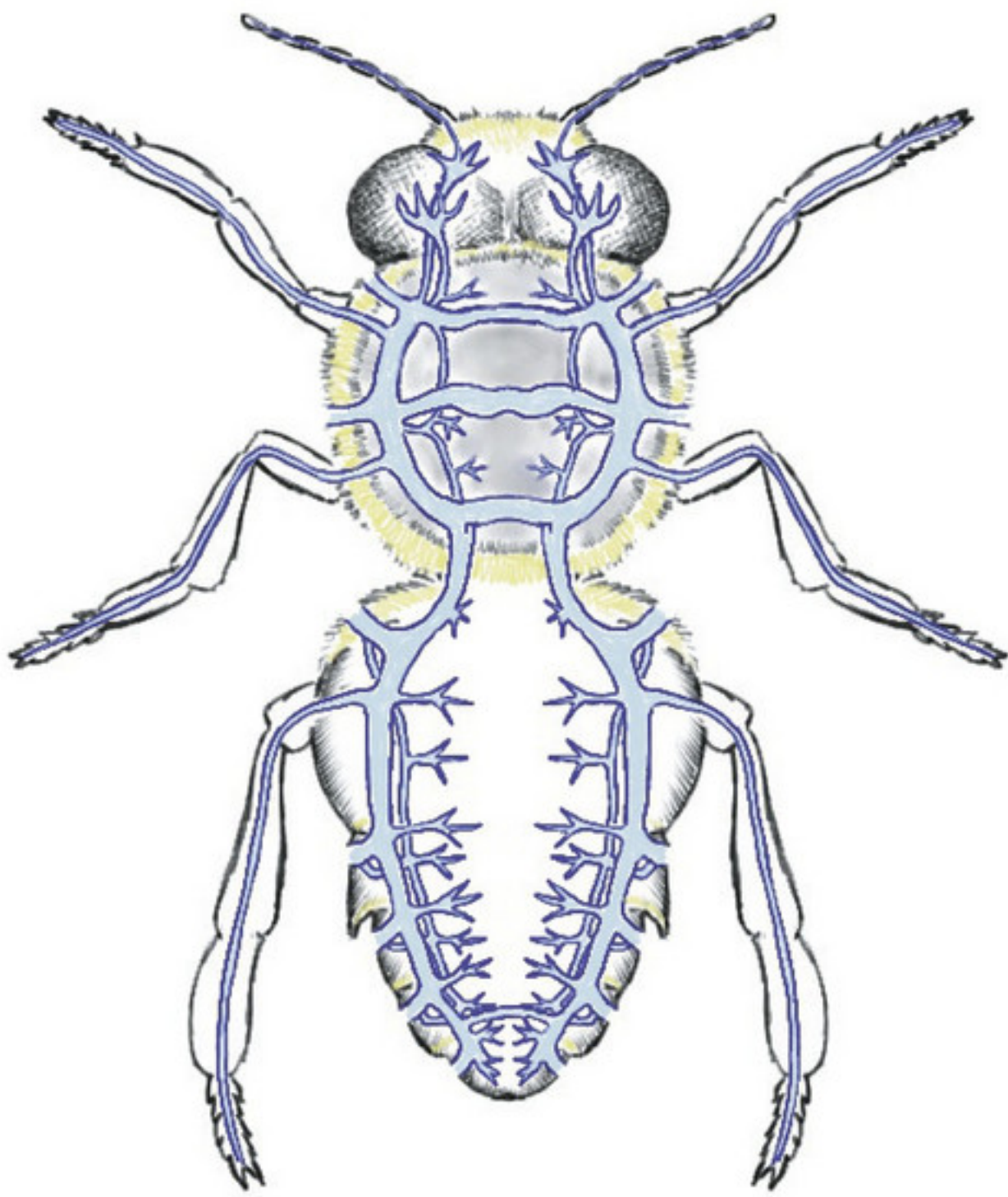
► **Afb. 26** Ademen met kieuwen (schematisch).



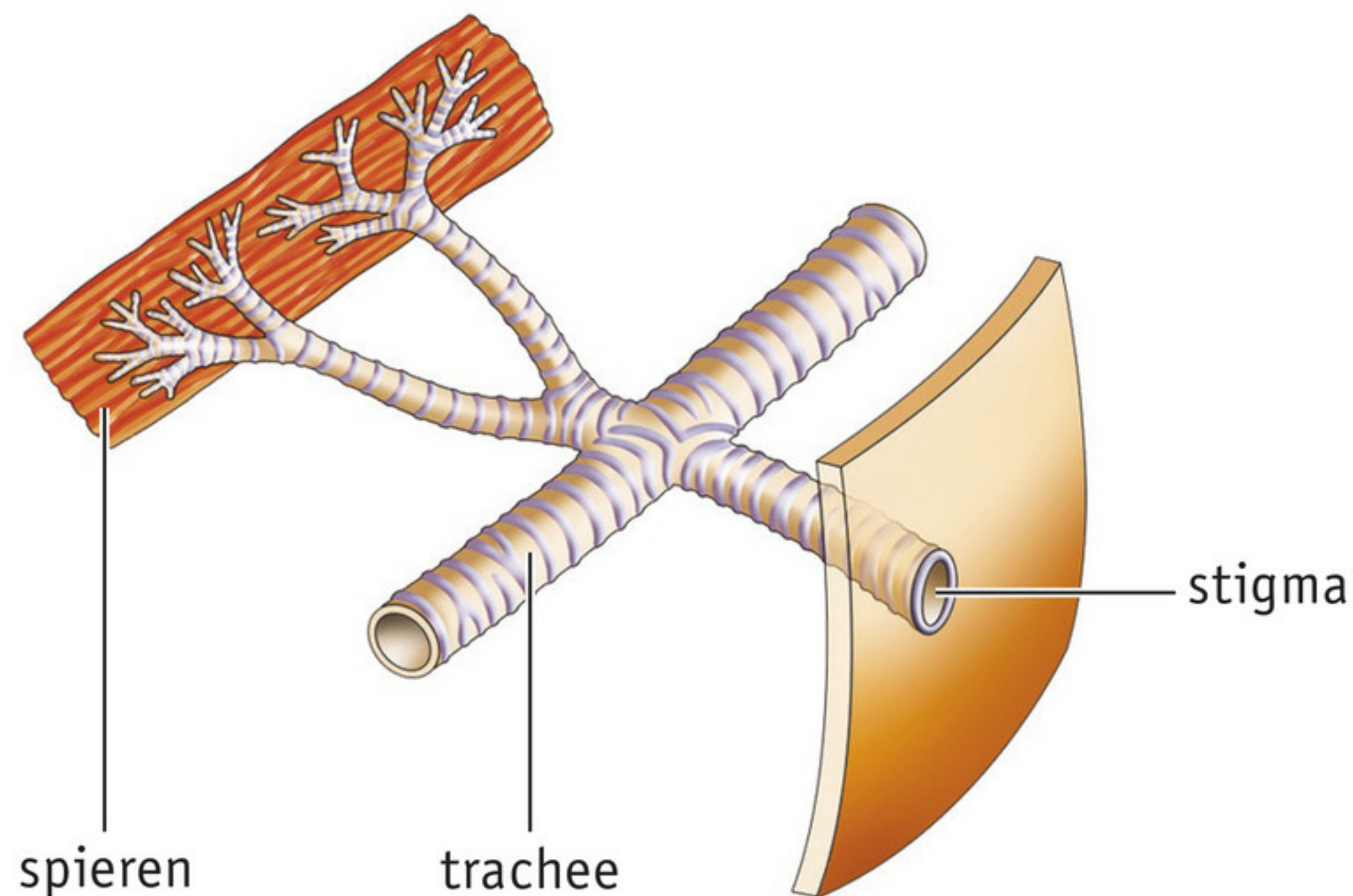
1 de bek is open en de kieuwdeksels zijn gesloten: water stroomt de mondholte in

2 de bek is dicht en de kieuwdeksels zijn open: water stroomt langs de kieuwen naar buiten

▼ **Afb. 27** Tracheeën bij een insect (schematisch).



1 tracheënstelsel



2 trachee met vertakkingen

TRACHEEËN

Insecten hebben **tracheeën**. Dat zijn sterk vertakte luchtbuizen in het insectenlichaam (zie afbeelding 27). Via openingen aan de zijkant van het lichaam komt lucht in de tracheeën. Deze openingen heten **stigma's** (zie afbeelding 28). De kleinste vertakkingen van de tracheeën eindigen overal in het lichaam. Daardoor komt lucht met zuurstof overal in het lichaam terecht. Alle vertakkingen samen hebben een groot oppervlak, zodat de gaswisseling snel gaat. Zuurstof wordt vanuit de tracheeën opgenomen in de cellen van het insect. Koolstofdioxide wordt vanuit de cellen afgestaan aan de lucht in de tracheeën.

Bij veel soorten insecten komen stigma's vooral in het achterlijf voor. Met het achterlijf maakt het insect pompende bewegingen, waardoor de lucht in de tracheeën wordt verversd.

WB PRACTICUM 4 BLZ. 85

▼ **Afb. 28** Stigma's bij een insect.

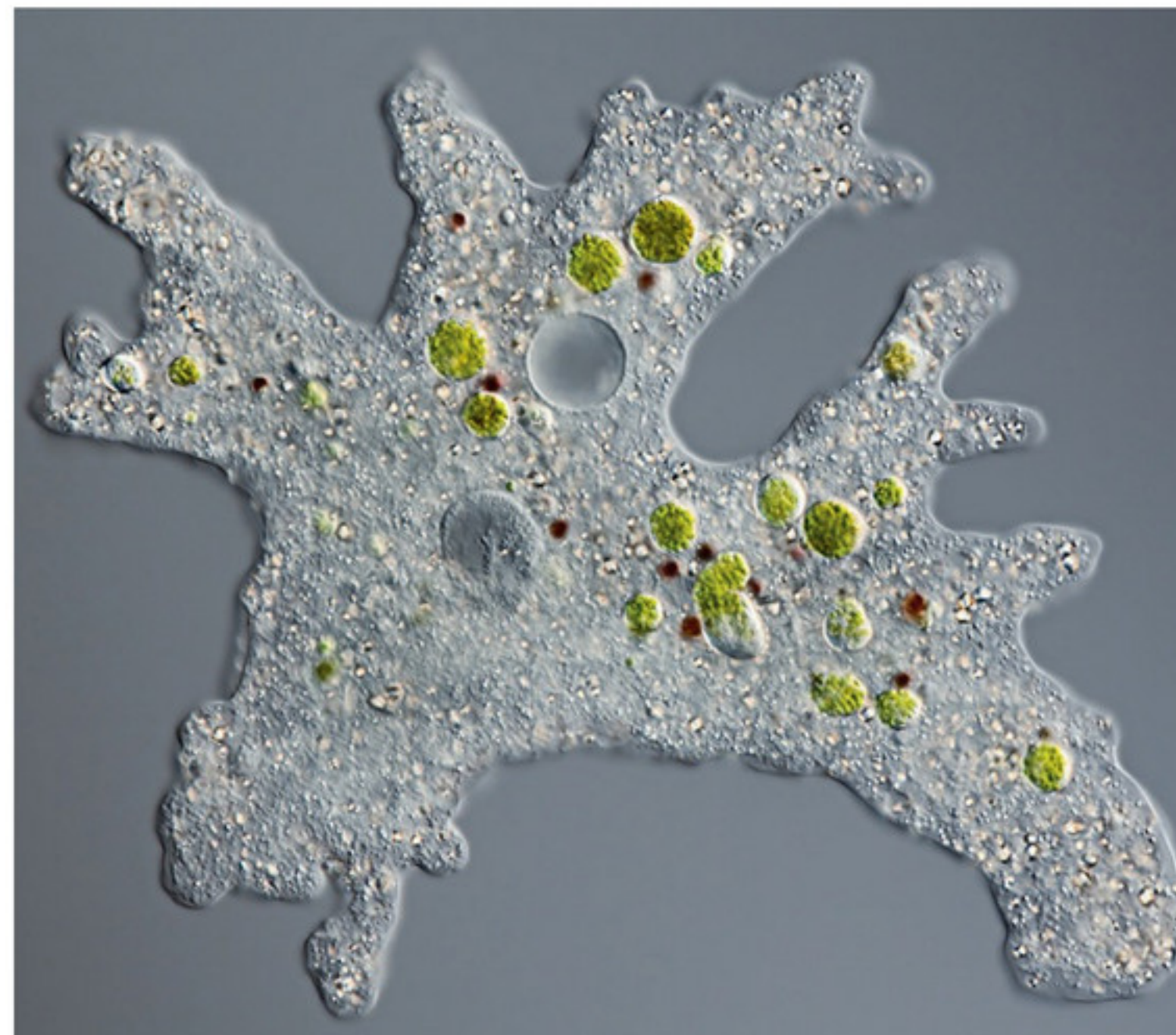


EENCellige DIEREN

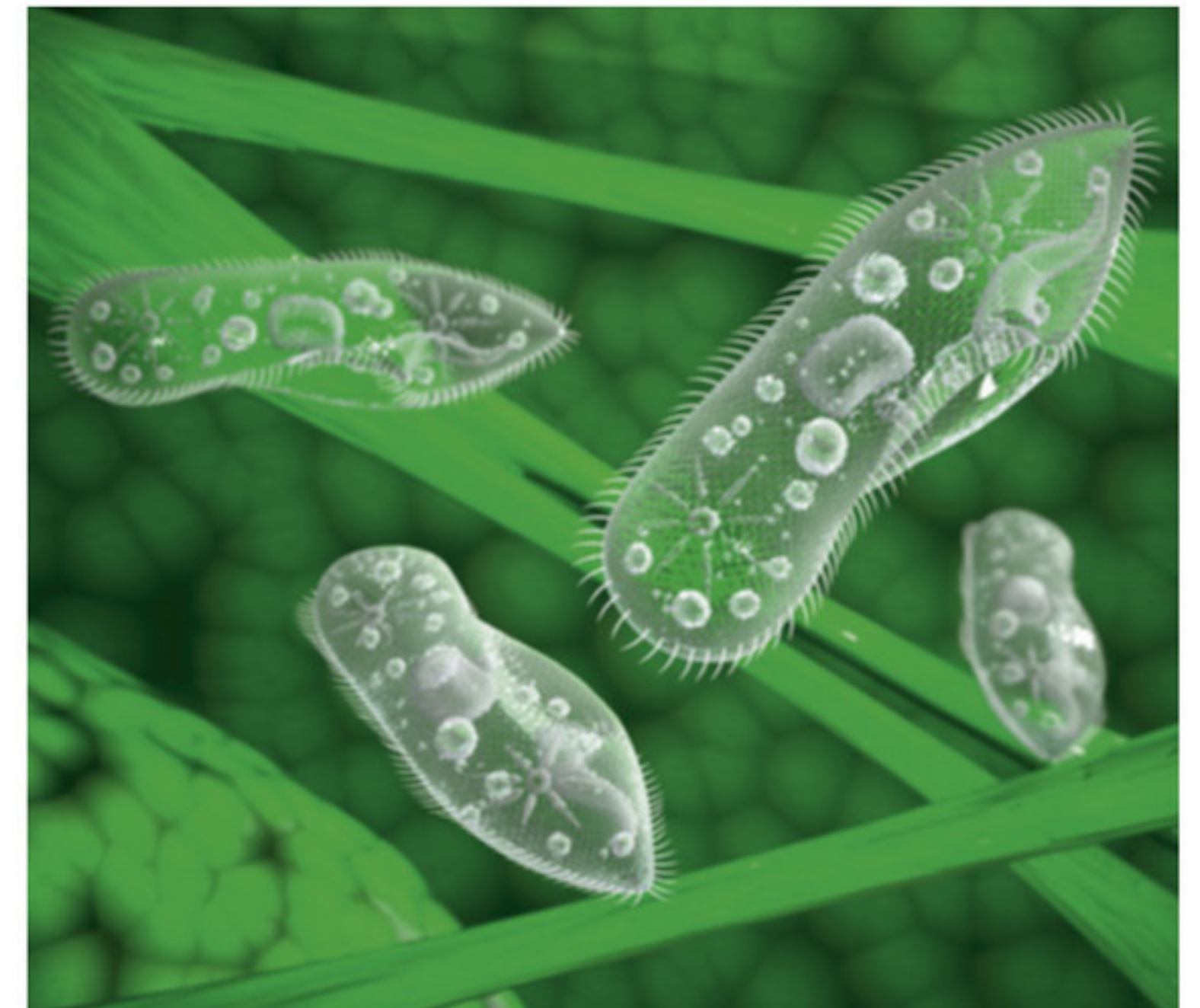
Eencellige dieren zoals in afbeelding 29, hebben geen aparte organen voor de gaswisseling. De gaswisseling vindt plaats via het celmembraan. Via het celmembraan wordt zuurstof uit de omgeving opgenomen en koolstofdioxide aan de omgeving afgegeven.

WB OPDRACHT 27 T/M 33 BLZ. 76

► **Afb. 29** Eencelligen.



1 amoebe, circa 0,4 mm groot



2 pantoffeldiertje, circa 0,2 mm groot

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen van het ademhalingsstelsel van de mens noemen met hun kenmerken en functies.

- Neusholte:
 - Neusharen houden grote stofdeeltjes tegen.
 - De neusholte is bedekt met neusslijmvlies. Dit bestaat uit slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - Slijmproducerende cellen maken slijm. Fijne stofdeeltjes en ziekteverwekkers blijven aan het slijm kleven.
 - Trilharen verplaatsen het slijm naar de keelholte.
 - Bloed in het neusslijmvlies verwarmt de ingeademde lucht.
 - Het neusslijmvlies maakt de ingeademde lucht vochtig.
 - Reukzintuigcellen keuren de ingeademde lucht.
- Keelholte: hierin bevinden zich de huig en het strotklepje.
 - Bij ademhaling staan de huig en het strotklepje open. Lucht stroomt van de neusholte en de mondholte naar de luchtpijp en omgekeerd.
 - Bij slikken sluit de huig de neusholte af. Het strotklepje sluit de luchtpijp af. Voedsel gaat vanuit de mondholte naar de slokdarm.
 - Bij verslikken staan de huig en het strotklepje open. Voedsel kan vanuit de mondholte in de neusholte en de luchtpijp komen. Je gaat hoesten.
- Luchtpijp en bronchiën:
 - De binnenkant is bedekt door slijmvlies met slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - De wand is verstevigd door kraakbeenringen. Deze kraakbeenringen houden de luchtwegen open. De kraakbeenringen om de luchtpijp hebben de vorm van een hoefijzer.
- Luchtpijptakjes:
 - De binnenkant is bedekt door slijmvlies met slijmproducerende cellen en trilhaarcellen.
 - In de wanden van de luchtpijptakjes zitten spiertjes.
- Longblaasjes met longhaarvaten:
 - Zuurstof wordt, vanuit de lucht in de longblaasjes, opgenomen in het bloed in de longhaarvaten.
 - Koolstofdioxide wordt, vanuit het bloed in de longhaarvaten, afgegeven aan de lucht in de longblaasjes.

- Gaswisseling gaat snel doordat longblaasjes en longhaarvaten een dunne wand hebben en doordat alle longblaasjes samen een groot oppervlak hebben.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de verschillen tussen ingeademde en uitgeademde lucht noemen.

	Ingeademde lucht	Uitgeademde lucht
Gassen in de lucht:		
– stikstof	78%	78%
– zuurstof	21%	17%
– edelgassen	1%	1%
– koolstofdioxide	0,04%	4%
– waterdamp	weinig	veel
Temperatuur	lager dan 32 °C	32 °C

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven hoe borstademhaling en buikademhaling plaatsvinden.

- Borstademhaling:
 - Rustige inademing: doordat bepaalde tussenribspieren samentrekken, gaan de ribben en het borstbeen omhoog en naar voren.
 - Diepe inademing: doordat ook spieren in de hals samentrekken, gaan de ribben nog verder omhoog en naar voren.
 - Rustige uitademing: doordat de tussenribspieren ontspannen, zakken de ribben en het borstbeen door hun gewicht omlaag en naar achteren.
 - Diepe uitademing: doordat andere tussenribspieren samentrekken, worden de ribben en het borstbeen verder omlaaggetrokken.
- Buikademhaling:
 - Inademing: doordat middenrifspieren samentrekken, gaat het middenrif omlaag. Organen in de buikholte worden omlaag gedrukt en de buikwand gaat naar voren.
 - Rustige uitademing: de middenrifspieren ontspannen. Organen in de buikholte drukken het middenrif omhoog.
 - Diepe uitademing: buikspieren trekken samen en drukken organen in de buikholte naar binnen. Het middenrif gaat daardoor verder omhoog.
- Bij gewone ademhaling vinden borstademhaling en buikademhaling tegelijkertijd plaats.

- Volgorde bij inademen:
 - Ribben en borstbeen bewegen omhoog en naar voren; het middenrif beweegt omlaag en de buikwand naar voren.
 - De borstholte wordt groter.
 - Het volume van de longen wordt groter.
 - Lucht stroomt de longen in.
- Volgorde bij uitademen:
 - Ribben en borstbeen bewegen omlaag en terug; het middenrif beweegt omhoog en de buikwand gaat terug.
 - De borstholte wordt kleiner.
 - Het volume van de longen wordt kleiner.
 - Lucht stroomt de longen uit.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven wat er aan de hand is bij astma, bronchitis en longemfyseem.

- Astma: bronchiën zijn blijvend ontstoken. Het lichaam reageert op prikkels zoals stof, huidschilfers van huisdieren, tabaksrook, uitlaatgassen en/of inspanning.
 - Bij een astma-aanval trekken spiertjes in de wand van luchtwegen samen. De luchtwegen vernauwen en ademhalen gaat moeilijker.
 - Het slijmvlies aan de binnenkant van luchtwegen is verdikt.
- Met COPD wordt chronische bronchitis en longemfyseem bedoeld. COPD geneest niet.
 - Chronische bronchitis: de bronchiën zijn ontstoken waardoor meer slijm ontstaat. De bronchiën zijn blijvend vernauwd.
 - Longemfyseem: de wanden van de longblaasjes zijn beschadigd.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt omschrijven hoe stoffen in de lucht een allergische reactie kunnen veroorzaken.

- Een allergie is een sterke reactie op een stof die niet in je lichaam thuishoort, maar die je bijv. inademt of via het voedsel binnenkrijgt.
 - Je kunt bijv. allergisch zijn voor de uitwerpselen van de huisstofmijt, huidschilfers van dieren en bepaalde stoffen in voedsel.
 - Bij een allergische reactie heb je bijv. last van huiduitslag, een branderig gevoel, jeuk, ontstekingen en ademhalingsmoeilijkheden.

- Hooikoorts is een allergie voor stuifmeelkorrels (pollen).
 - Allergische reacties bij hooikoorts: tranende ogen, ontstoken slijmvliezen, een loopneus en niesbuien.
 - Bij een allergie voor stuifmeel van bomen heb je vooral in het voorjaar last van hooikoorts.
 - Bij een allergie voor het stuifmeel van grassen heb je vooral in de zomer last van hooikoorts.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de gaswisseling plaatsvindt bij verschillende diergroepen.

- Zoogdieren, vogels en reptielen: gaswisseling in de longen.
 - Met longen wordt zuurstof uit de lucht opgenomen.
- Amfibieën.
 - Jonge amfibieën: gaswisseling in kieuwen en via de huid.
 - Volwassen amfibieën: gaswisseling in longen en via de huid.
- Vissen: gaswisseling in kieuwen.
 - Kieuwen bestaan uit kieuwbogen met kieuwplaatjes.
 - Vissen laten vanuit de bek water langs de kieuwen stromen. Zo wordt het water in de kieuwholten ververs.
- Insecten: gaswisseling in tracheeën.
 - Tracheeën zijn sterk vertakte luchtbuizen die overal in het lichaam eindigen.
 - Stigma's zijn openingen waardoor de lucht in de tracheeën stroomt.
 - Insecten verversen de lucht in de tracheeën door pompende bewegingen met het achterlijf te maken.
- Eencelligen: gaswisseling via het celmembraan.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend:

- in het werken met de microscoop;
- in het maken van tekeningen;
- in het trekken van een conclusie uit onderzoeksresultaten.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

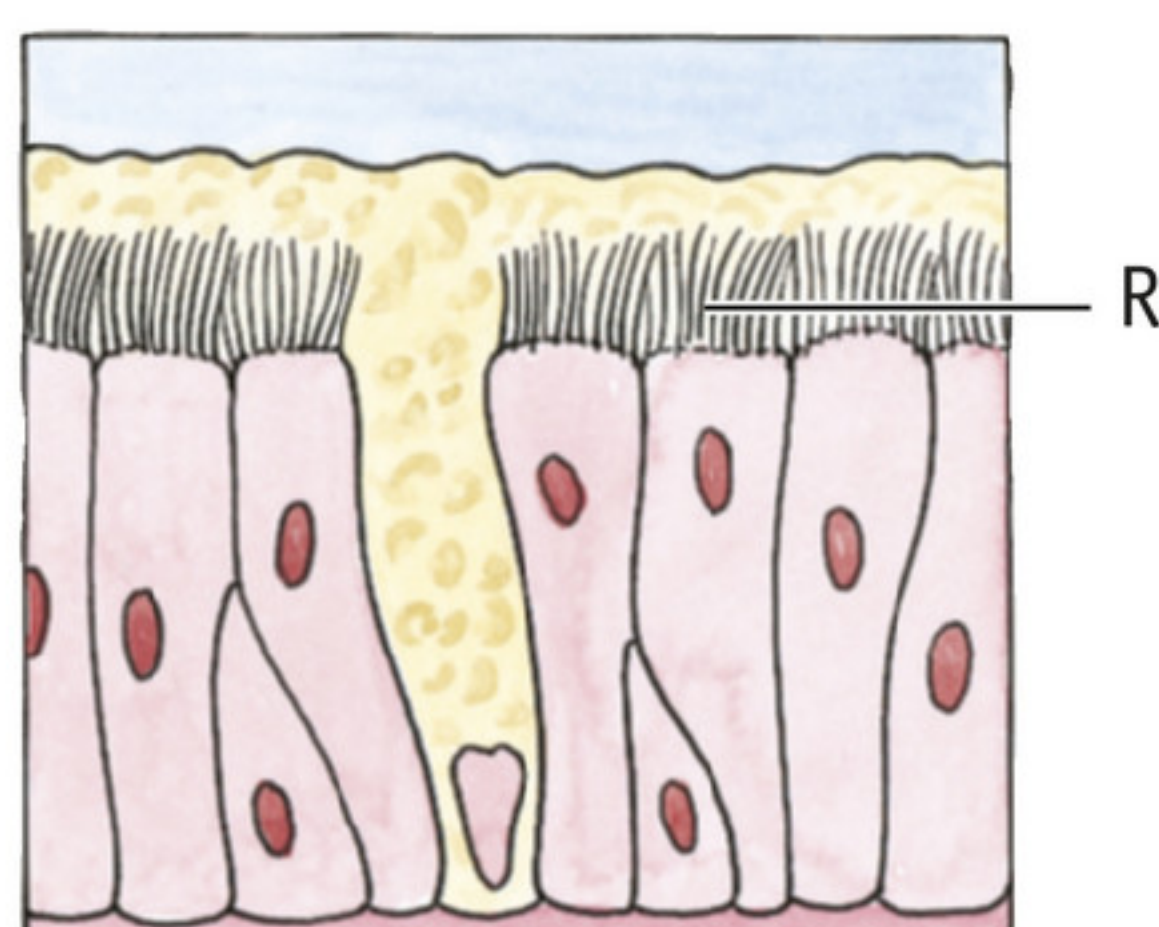
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

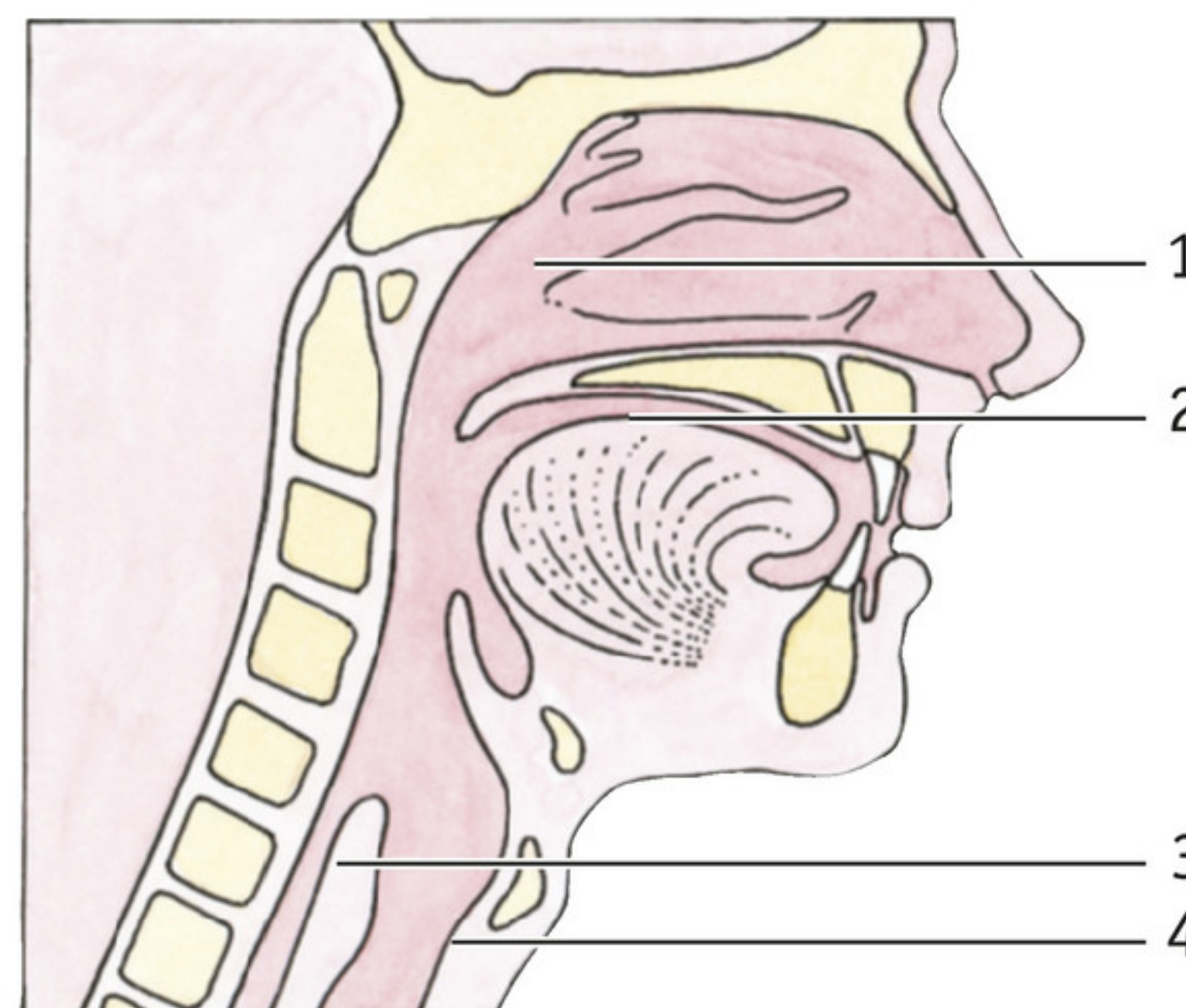
- Q-koorts is een ziekte die onder andere door geiten en schapen op de mens kan worden overgedragen. De bacterie die de ziekte veroorzaakt, komt voor in de mest van de dieren. Door het inademen van kleine mestdeeltjes kan de mens deze bacterie in het lichaam krijgen.
In welke volgorde passeren de mestdeeltjes de verschillende delen van het ademhalingsstelsel?
 A Bronchiën – longblaasjes – luchtpijp.
 B Bronchiën – luchtpijp – longblaasjes.
 C Longblaasjes – bronchiën – luchtpijp.
 D Longblaasjes – luchtpijp – bronchiën.
 E Luchtpijp – bronchiën – longblaasjes.
 F Luchtpijp – longblaasjes – bronchiën.
- Erik haalt adem door zijn neus. Als hij onder water zwemt, gebruikt hij een snorkel om adem te halen. Welke bewering over ademen met behulp van een snorkel is juist?
 A De lucht wordt beter gezuiverd en verwarmd dan bij ademhaling door de neus.
 B De lucht wordt minder goed gezuiverd en verwarmd dan bij ademhaling door de neus.
 C De lucht wordt net zo goed gezuiverd en verwarmd als bij ademhaling door de neus.
- In afbeelding 30 is een deel van de wand van de luchtwegen van de mens sterk vergroot getekend. Wat is de functie van R?
 A De ingeademde lucht keuren.
 B Ingeademde stofdeeltjes keuren.
 C Slijm produceren.
 D Slijm verplaatsen naar de keelholte.

▼ **Afb. 30** Deel van de wand van de luchtwegen van de mens.



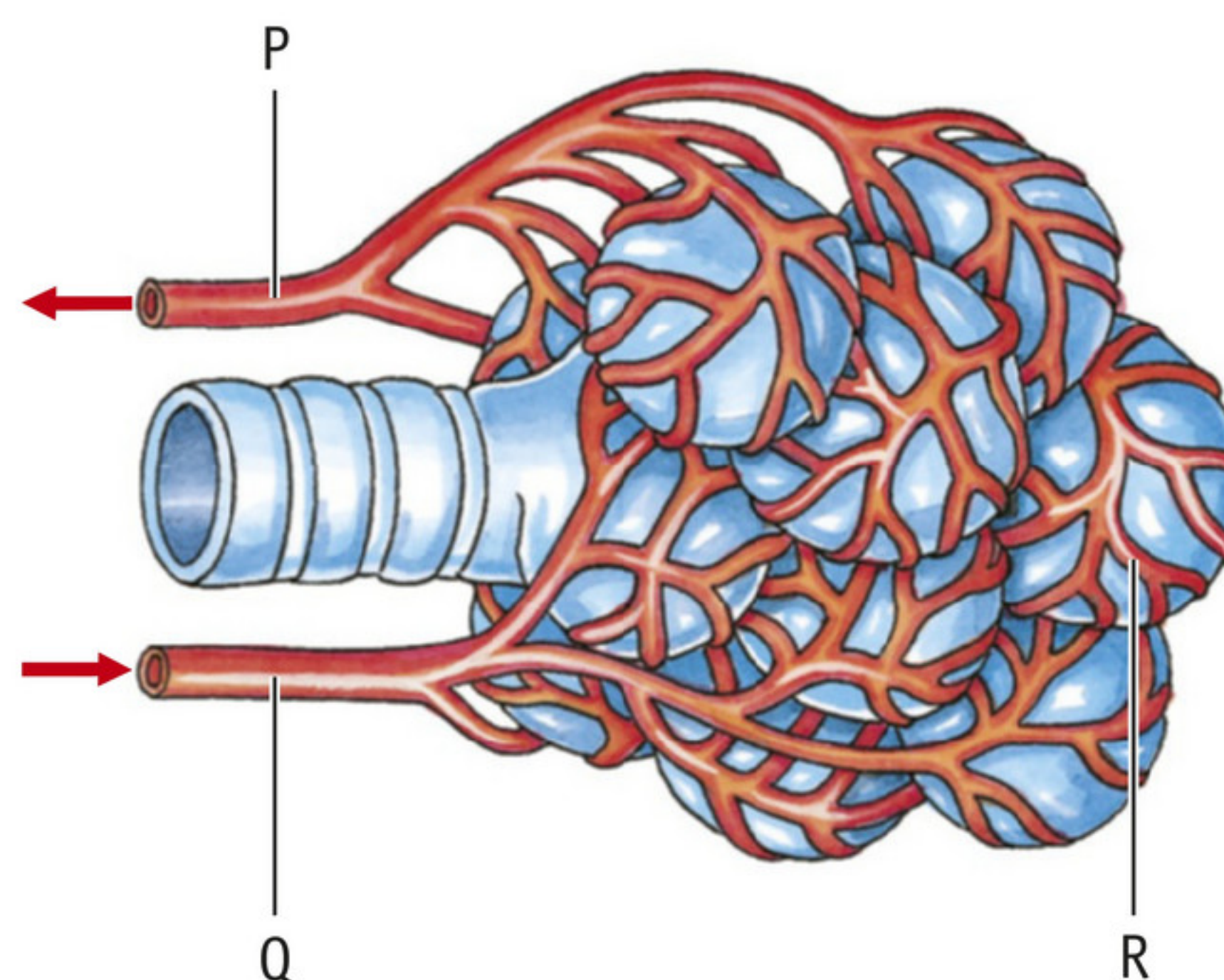
- In afbeelding 31 is een doorsnede van het hoofd schematisch getekend.
Op welke van de genummerde plaatsen in de afbeelding komt het weefsel van afbeelding 30 voor?
 A Alleen op plaats 4.
 B Op de plaatsen 1 en 2.
 C Op de plaatsen 1 en 4.
 D Op de plaatsen 1, 3 en 4.

▼ **Afb. 31** Doorsnede van het hoofd (schematisch).



- In afbeelding 32 zijn enkele longblaasjes met longhaarvaten schematisch getekend. Drie plaatsen zijn aangegeven met P, Q en R. De pijlen geven de stroomrichting van het bloed aan.
Op welke plaats is het koolstofdioxidegehalte het hoogst?
 A Op plaats P.
 B Op plaats Q.
 C Op plaats R.

▼ **Afb. 32** Longblaasjes met longhaarvaten (schematisch).



6 Een bepaald geneesmiddel tegen astma wordt ingeademd door middel van een inhalator. Door welke eigenschap(pen) van de longen wordt dit geneesmiddel na het inademen snel in het bloed opgenomen?

- A Alleen doordat alle longblaasjes samen een groot oppervlak hebben.
- B Alleen doordat de longblaasjes en de longhaarvaten een dunne wand hebben.
- C Doordat de longblaasjes en longhaarvaten een dunne wand hebben en doordat alle longblaasjes samen een groot oppervlak hebben.

De volgende informatie hoort bij vraag 7 en 8.

De hoeveelheid zuurstof die in het bloed kan worden opgenomen, hangt onder andere af van het geslacht en de leeftijd.

Bij een groep ongetrainde mannen en vrouwen heeft men gemeten hoeveel liter (L) zuurstof het bloed per minuut kan opnemen. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 33.

7 Naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek worden twee uitspraken gedaan.

- 1 De hoeveelheid zuurstof die kan worden opgenomen, neemt bij vrouwen af vanaf 12 jaar.
- 2 Bij mannen ouder dan 20 jaar kan per minuut meer zuurstof in het bloed worden opgenomen dan bij vrouwen van dezelfde leeftijd.

Welke van deze uitspraken is (zijn) juist?

- A Alleen uitspraak 1.
- B Alleen uitspraak 2.
- C Beide uitspraken zijn juist.

8 Hoe groot is het verschil tussen de maximale hoeveelheid opgenomen zuurstof per uur bij mannen en vrouwen van 45 jaar?

- A 0,8 L.
- B 19 L.
- C 27 L.
- D 48 L.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

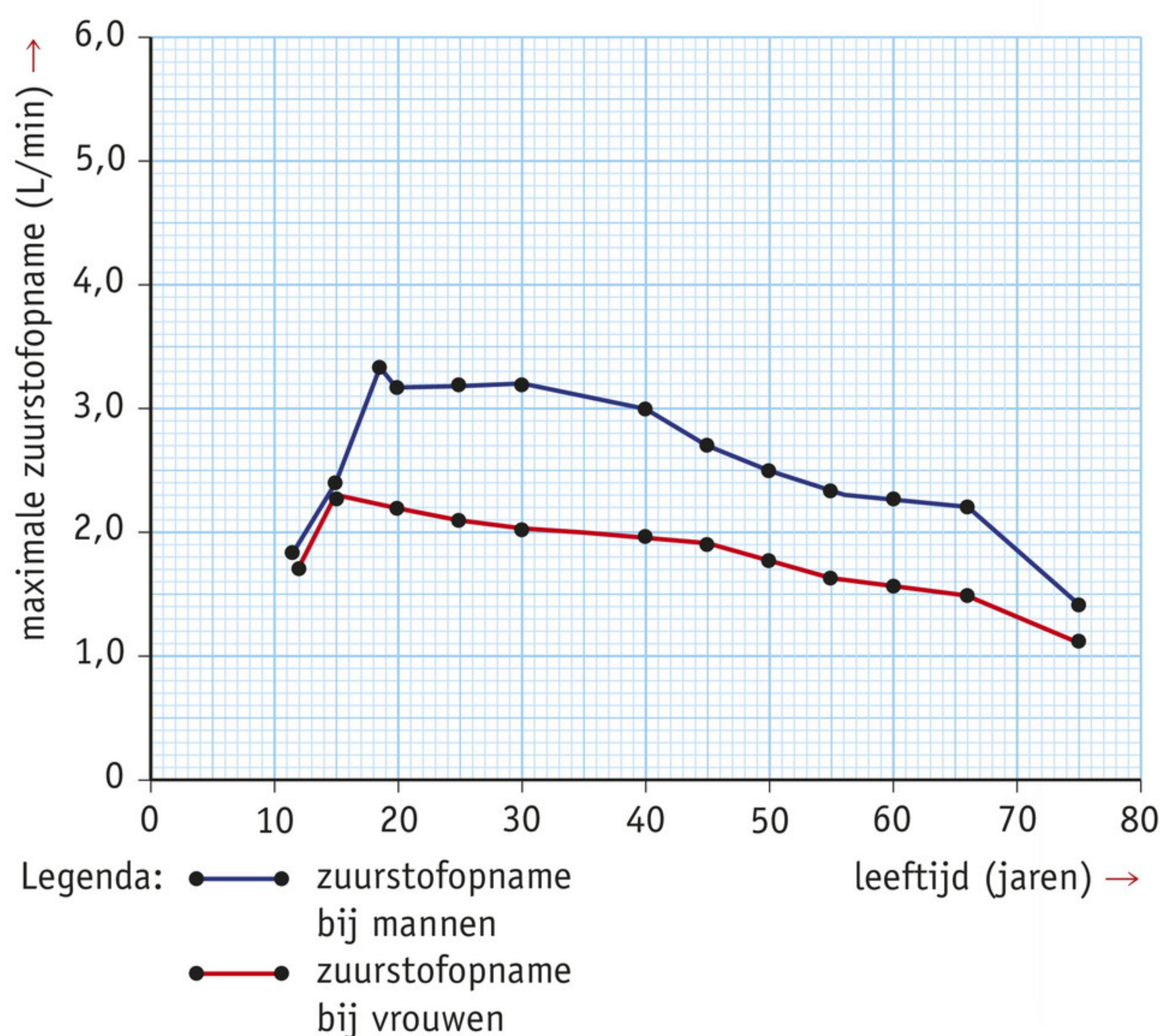
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Koolstofdioxide en zuurstof vormen samen 99% van de lucht.
- 2 Bij de gaswisseling wordt geen stikstof opgenomen in het bloed.

Als je uitademt tegen een koude spiegel, beslaat de spiegel.

- 3 Dit komt doordat ingeademde lucht meer waterdamp bevat dan uitgedemde lucht.

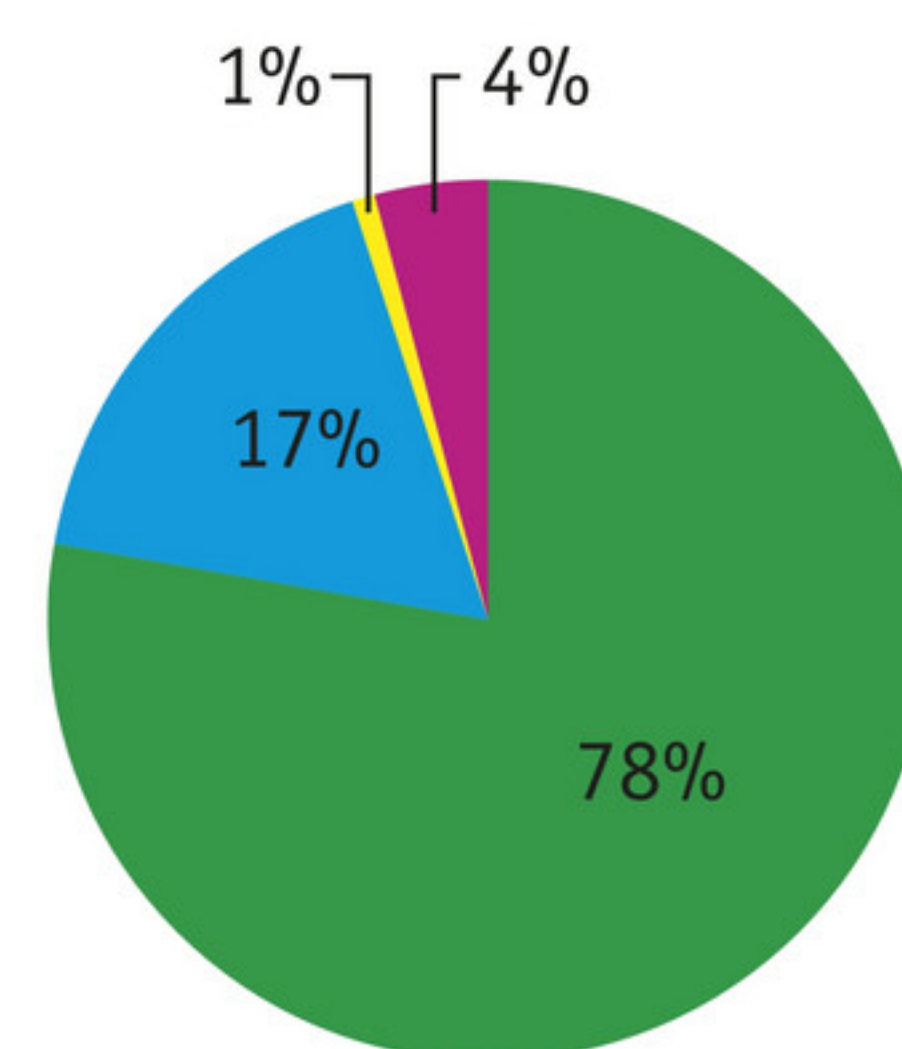
▼ Afb. 33 Opname zuurstof in het bloed per minuut.



▼ Afb. 34 Mond-op-mondbeademing.



▼ Afb. 35 Samenstelling van uitgedemde lucht.



In afbeelding 34 zie je iemand die mond-op-mond-beademing uitvoert bij iemand die niet meer ademt.

- 4 Bij mond-op-mondbeademing bevat de lucht die het slachtoffer inademt 21% zuurstof.
- 5 In het diagram van afbeelding 35 is de samenstelling van de uitgeademde lucht juist weergegeven.
- 6 De temperatuur van uitgeademde lucht is hoger dan de temperatuur van de ingeademde lucht.

De politie gebruikt voor alcoholcontrole bij automobilisten een blaastest. Als de chauffeur te veel heeft gedronken, geeft het apparaat dit aan.

- 7 Het apparaat reageert op alcohol dampen die zich nog in de maag bevinden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

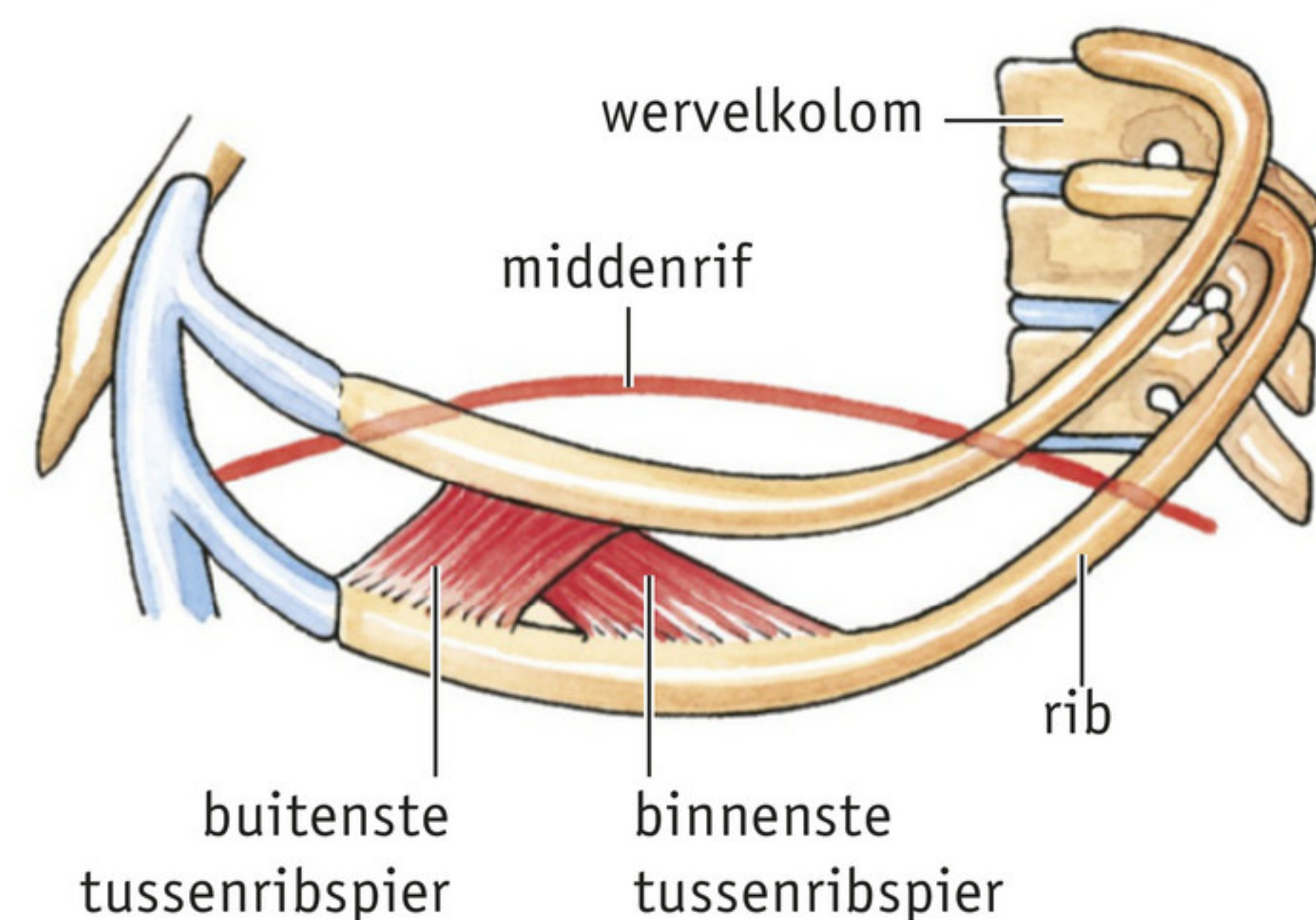
- 1 Bij welke ademhalingsbeweging rekken de spieren in de buikwand uit?
 - A Bij inademing door middel van borstademhaling.
 - B Bij inademing door middel van buikademhaling.
 - C Bij uitademing door middel van borstademhaling.
 - D Bij uitademing door middel van buikademhaling.
- 2 Een hikaanval duurt meestal kort en gaat vanzelf over. In zeer ernstige gevallen van blijvende hik kan een zenuw vlak bij het middenrif worden doorgesneden. Het middenrif kan dan niet meer worden gebruikt voor de ademhaling. Welke spieren kunnen dan nog wel worden gebruikt voor de ademhaling?
 - A Buikspieren.
 - B Tussenribspieren.
- 3 Thijs heeft een hevige verkoudheid. Hij moet vaak hoesten. Als hij hoest, trekken zijn buikspieren krachtig samen. Beweegt zijn middenrif daardoor omhoog of omlaag? Ademt Thijs dan in of uit?
 - A Zijn middenrif gaat omhoog en hij ademt in.
 - B Zijn middenrif gaat omhoog en hij ademt uit.
 - C Zijn middenrif gaat omlaag en hij ademt in.
 - D Zijn middenrif gaat omlaag en hij ademt uit.
- 4 Bij ademen speelt ook de zwaartekracht een rol. Bij welke manier van ademen is de zwaartekracht belangrijk?
 - A Inademen met borstademhaling.
 - B Inademen met buikademhaling.
 - C Uitademen met borstademhaling.
 - D Uitademen met buikademhaling.

- 5 In een ziekenhuis worden patiënten die na een operatie niet zelfstandig kunnen ademen, aangesloten op een beademingsmachine. Met zo'n machine kan zuurstof in de longen worden gebracht en koolstofdioxide uit het lichaam worden verwijderd.

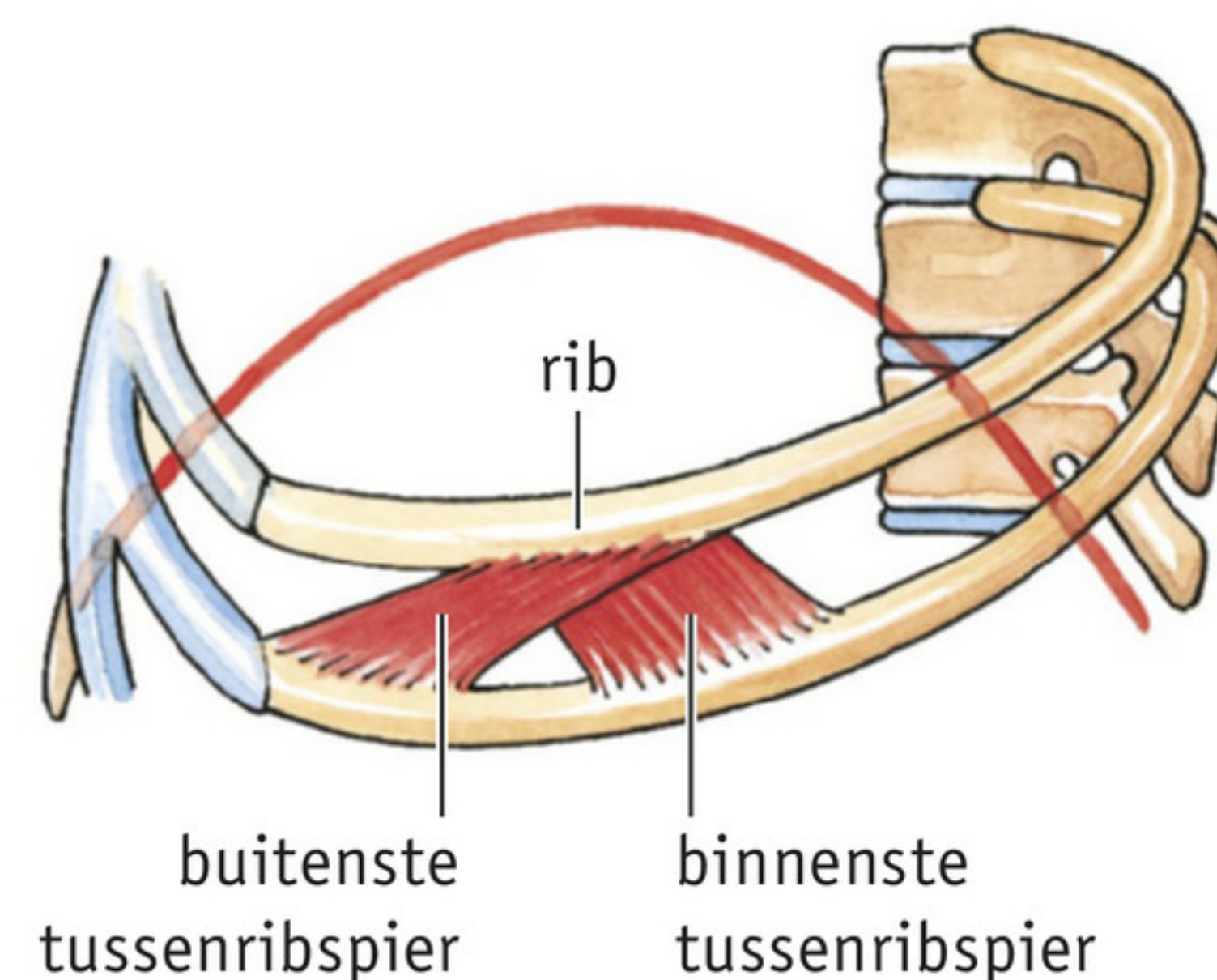
Welke organen worden vervangen door zo'n beademingsmachine?

- A De luchtpijp en de bronchiën.
- B De neusholte en de mondholte.
- C De tussenribspieren en het middenrif.

- ▼ Afb. 36 Ribben en tussenribspieren na in- en uitademing.



1 uitademiingsstand



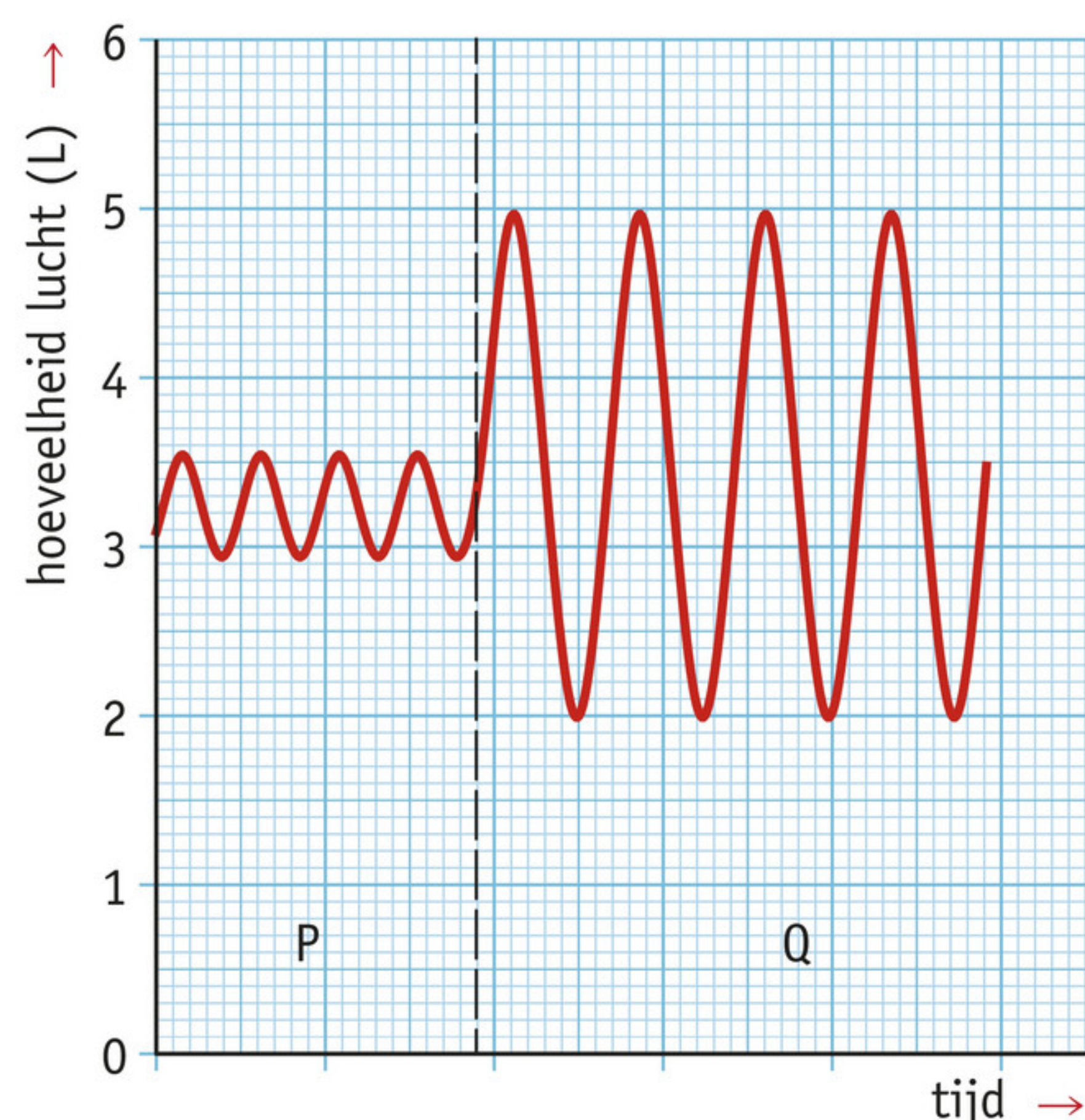
2 inademiingsstand

- 6 De tekeningen van afbeelding 36 geven schematisch twee ribben en enkele tussenribspieren weer na een inademing en na een uitademing. Bij een inademing worden de ribben en het borstbeen door middel van de buitenste tussenribspieren omhoog en naar voren getrokken. Bij een diepe uitademing trekken de binnenste tussenribspieren de ribben omlaag. Welke tussenribspieren trekken samen om het volume van de longblaasjes te verkleinen?
 - A Alleen de binnenste tussenribspieren.
 - B Alleen de buitenste tussenribspieren.
 - C Zowel de binnenste als de buitenste tussenribspieren.

- 7 In afbeelding 37 is de luchtverversing in de longen van een volwassen persoon weergegeven. Welk deel van de grafiek geeft de luchtverversing weer bij zware inspanning? En hoeveel liter lucht wordt er tijdens zware inspanning per ademhaling ververst?

- A** P geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 0,5 L lucht ververst.
- B** P geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 3,0 L lucht ververst.
- C** Q geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 0,5 L lucht ververst.
- D** Q geeft de luchtverversing bij zware ademhaling weer. Per ademhaling wordt er 3,0 L lucht ververst.

▼ **Afb. 37** Luchtverversing in de longen.



- 8 Iemand die een astma-aanval krijgt, heeft moeite met uitademen. Als gevolg daarvan gaat hij dieper uitademen. Worden bij dit diepe uitademen de middenrifspieren samengetrokken? En worden de buikspieren samengetrokken?
- A** Alleen de buikspieren.
- B** Alleen de middenrifspieren.
- C** Zowel de buikspieren als de middenrifspieren.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Astma en COPD zijn ziekten die te maken hebben met ontstekingen van het ademhalingsstelsel. Bij welke van deze ziekten speelt erfelijke aanleg een rol?

- 2 Welke twee aandoeningen worden aangeduid met de afkorting COPD?
- 3 De letter C in de afkorting COPD betekent chronisch. Wat betekent het woord 'chronisch'?
- 4 Een longontsteking kan worden behandeld met een antibioticum. Leg uit waarom een longontsteking niet kan worden aangeduid met COPD.
- 5 Waardoor heeft iemand met longemfyseem weinig uithoudingsvermogen?
- 6 Sigaretten bevatten de stof nicotine. Dit is een verslavende stof. Mensen die willen stoppen met roken, gebruiken soms nicotinepleisters. Hiermee brengen ze nicotine in het bloed met behulp van pleisters. Leg uit waarom dit helpt om te stoppen met roken.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Waar is iemand die last heeft van hooikoorts allergisch voor?
- A** Bloemen.
- B** Gras.
- C** Hooi.
- D** Stuifmeel.
- 2 In afbeelding 38 zie je een kaart van Nederland. Vier plekken zijn met een rode punt aangegeven. Welk punt geeft de plek aan waar mensen het minst last hebben van hooikoorts?
- A** Plaats 1.
- B** Plaats 2.
- C** Plaats 3.
- D** Plaats 4.

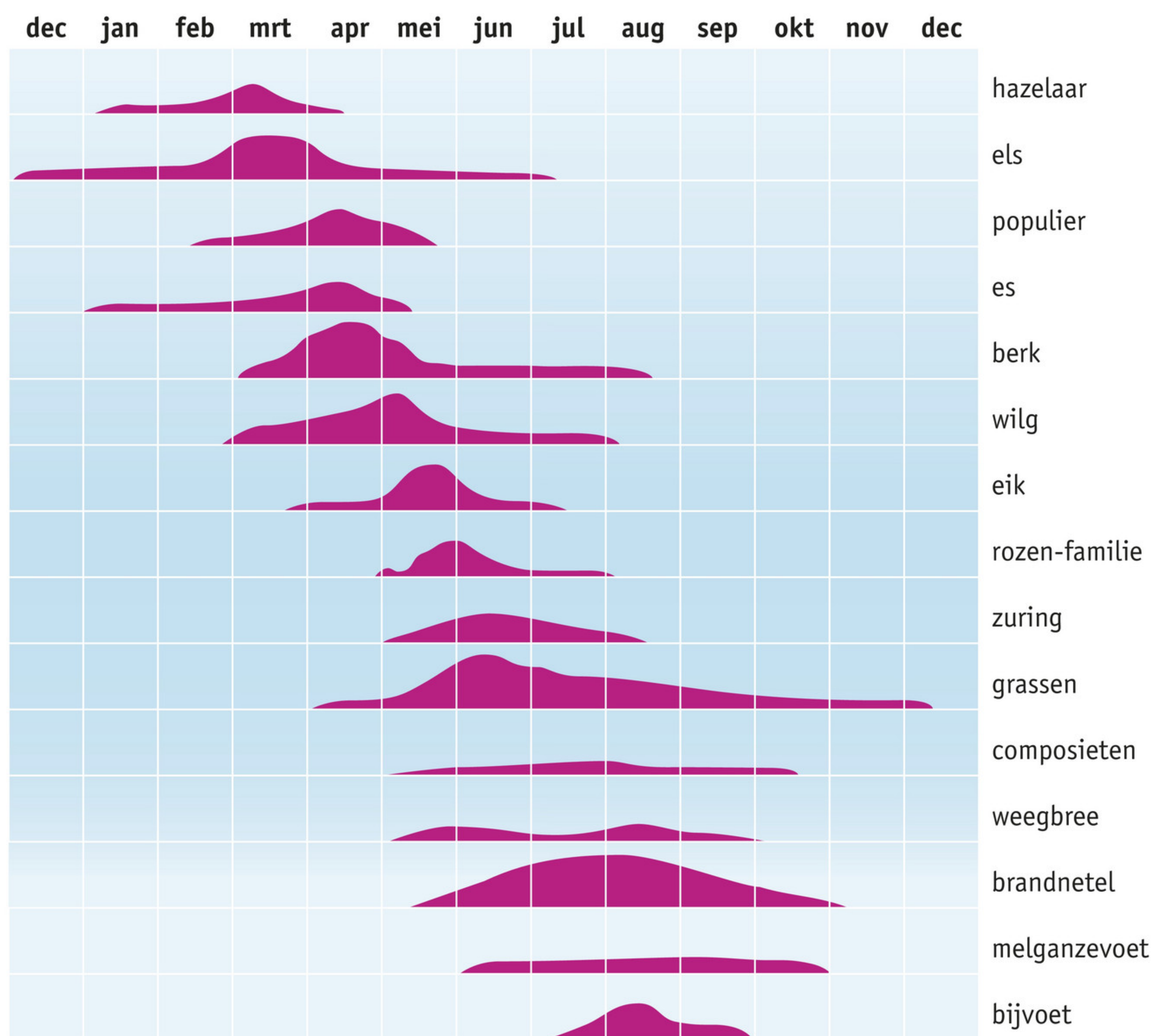
▼ **Afb. 38** Kaart van Nederland.



Legenda:

- 1 aan het strand in Noord-Holland
- 2 in Zuid-Limburg
- 3 in Twente
- 4 in Groningen

▼ Afb. 39 Pollenkalender.



- 3 In afbeelding 39 zie je een voorbeeld van een pollenkalender.
Voor welk stuifmeel is iemand die hooikoorts heeft in de maand maart waarschijnlijk allergisch?
- A Voor stuifmeel van brandnetels.
 - B Voor stuifmeel van de els.
 - C Voor stuifmeel van de wilg.
 - D Voor stuifmeel van grassen.
- 4 Bij planten met opvallende bloemen wordt het stuifmeel meestal verspreid door insecten. Bij veel andere planten wordt het stuifmeel verspreid door de wind.
Welke planten zullen vaker de oorzaak zijn van hooikoorts?
- A Planten waarbij het stuifmeel door de wind wordt verspreid.
 - B Planten waarbij het stuifmeel door insecten wordt verspreid.
 - C Je kunt niet aangeven welke planten vaker de oorzaak zijn van hooikoorts.

- 5 Vier verschijnselen die bij mensen met hooikoorts kunnen optreden, zijn branderig gevoel, huiduitslag, jeuk en ontstekingen.
Welke verschijnselen kunnen het gevolg zijn van een allergische reactie?
- A Branderig gevoel en huiduitslag.
 - B Branderig gevoel, jeuk en ontstekingen.
 - C Huiduitslag en jeuk.
 - D Huiduitslag, jeuk en ontstekingen.
 - E Jeuk en ontstekingen.
 - F Alle vier de verschijnselen.

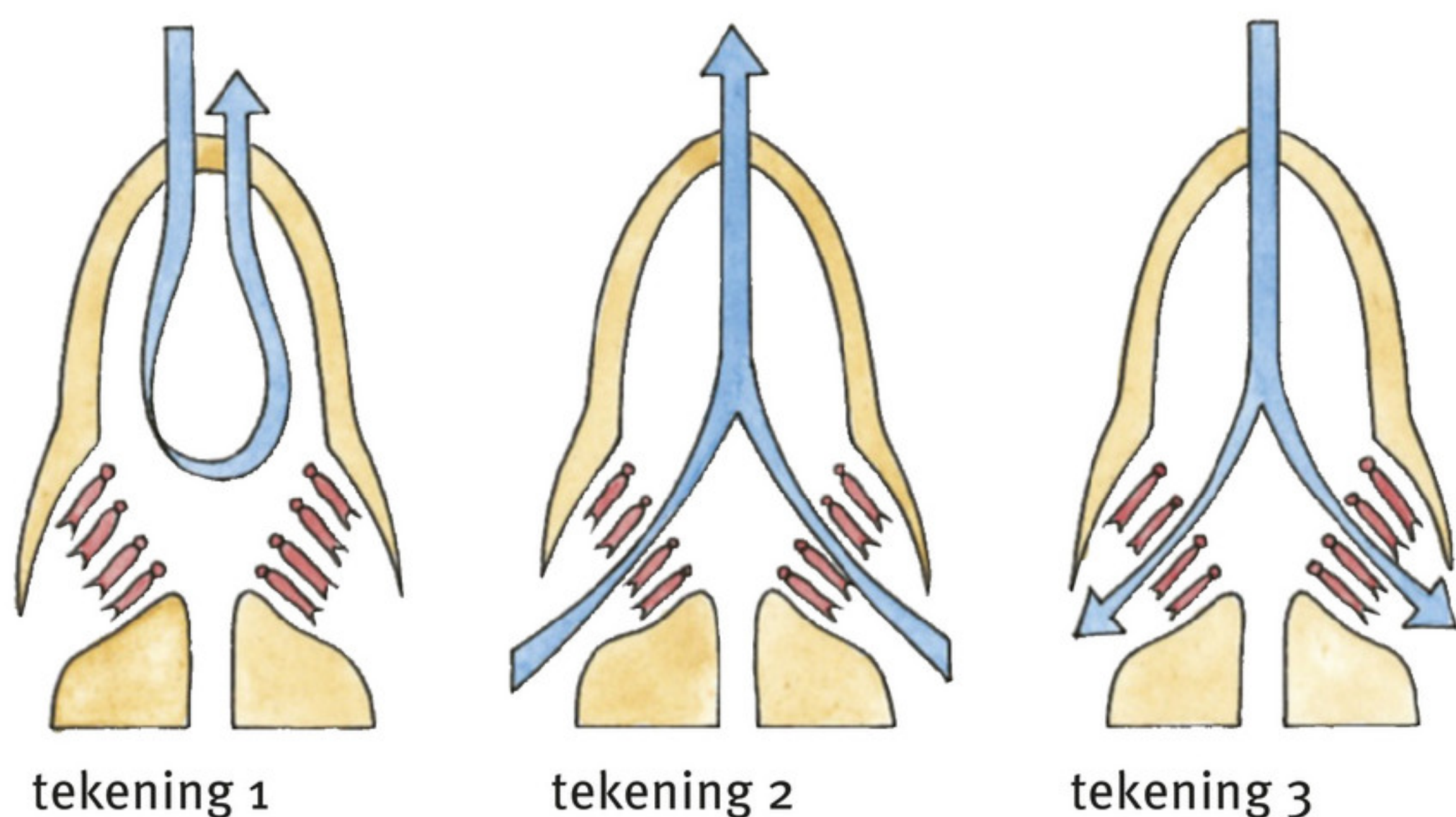
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen.

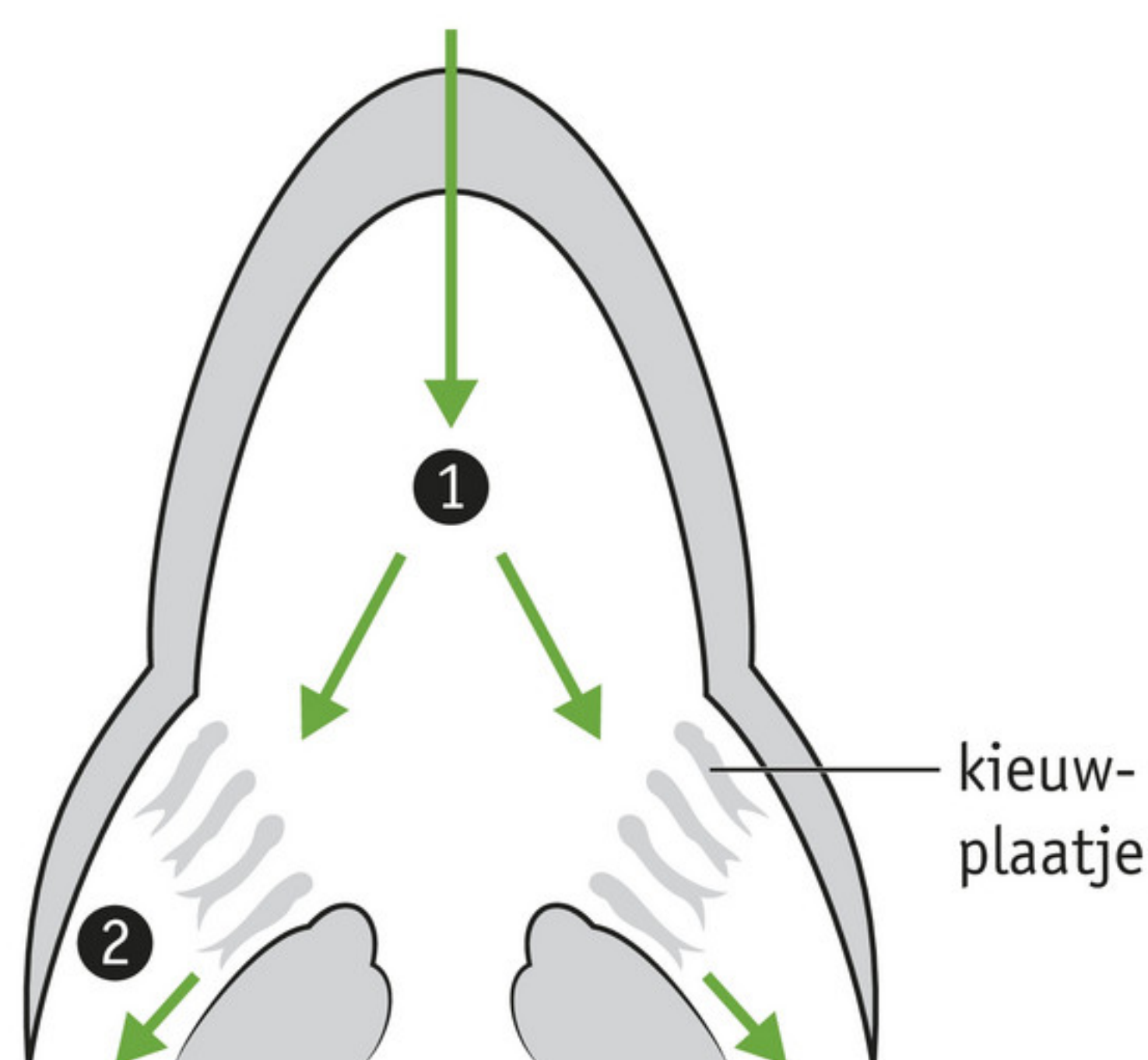
- 1 In afbeelding 40 is een bovenaanzicht van een doorsnede van de kop van een vis driemaal schematisch getekend. Langs de kieuwen van deze vis stroomt water. In welke tekening is de waterstroom langs de kieuwen juist weergegeven?

▼ **Afb. 40** Bovenaanzicht van een doorsnede van een vissenkop.



- 2 Afbeelding 41 is een schematische doorsnede van de kop van een vis. Op welke plaats bevat het water het minste koolstofdioxide: plaats 1 of 2?

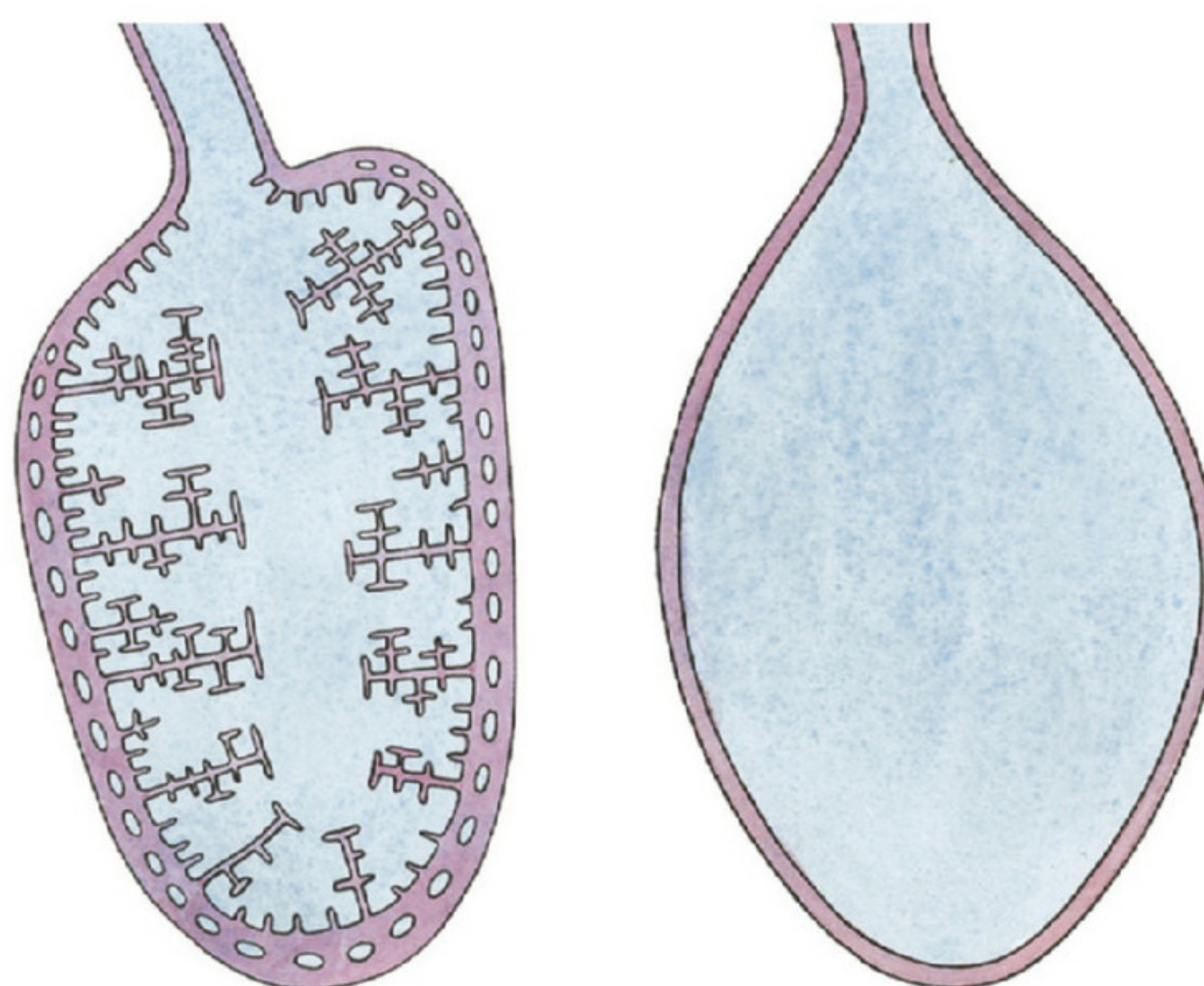
▼ **Afb. 41** Schematische doorsnede van de kop van een vis.



- 3 Een pad leeft op het land, maar de voortplanting vindt plaats in het water. De eieren worden in het water gelegd. Via welke organen vindt bij een pad gaswisseling plaats?

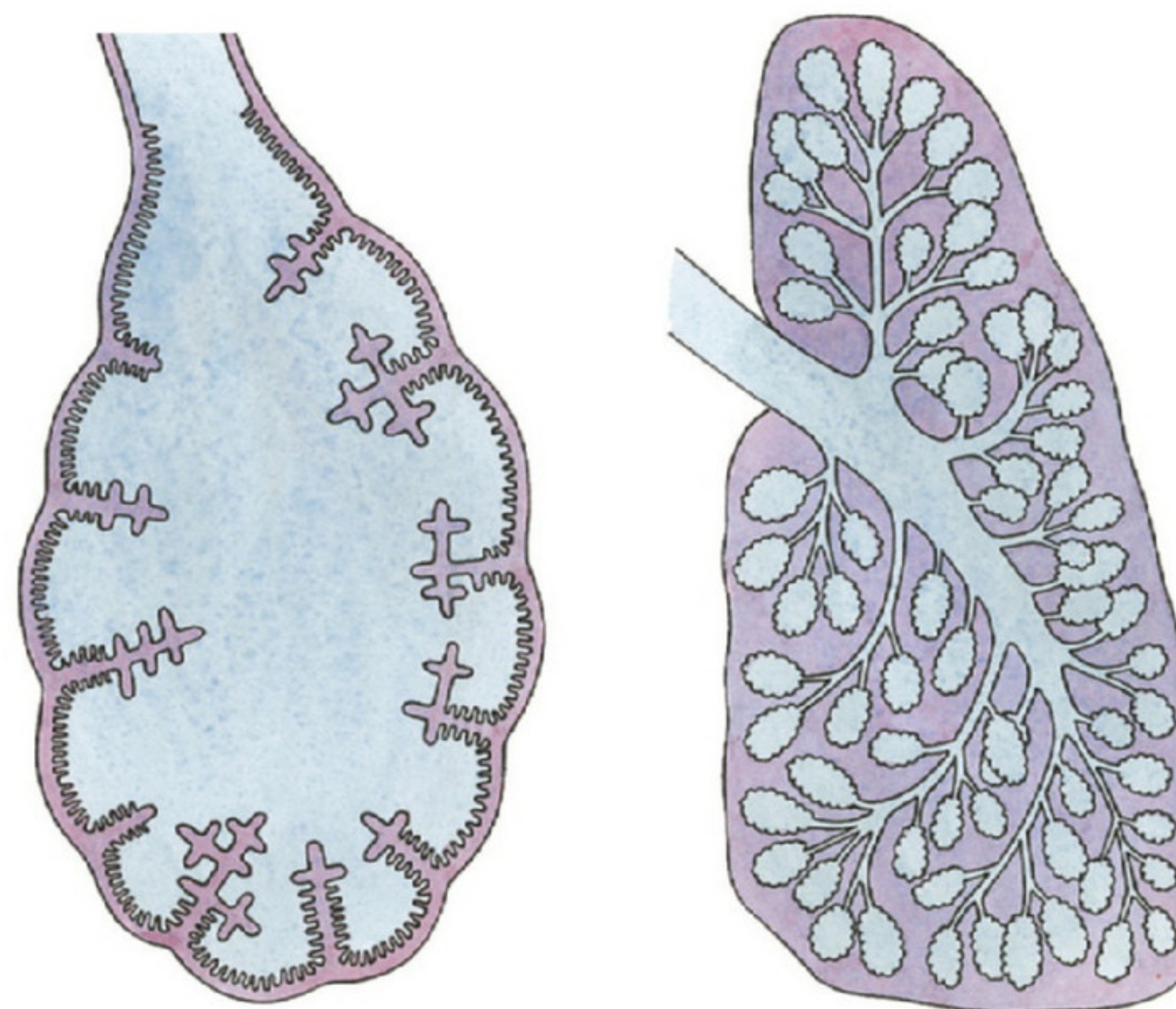
- 4 De longen van een slang nemen naar verhouding veel minder zuurstof op dan die van een mens. Het lichaam van een slang gebruikt per kilogram lichaamsgewicht minder zuurstof dan dat van een mens. Door welke eigenschap heeft een slang naar verhouding veel minder zuurstof nodig dan een mens?
- 5 In afbeelding 42 zijn vier typen longen schematisch getekend. Welke long is afkomstig van een zoogdier?

▼ **Afb. 42** Typen longen.



long 1

long 2



long 3

long 4

- 6 Een walvis blijft lang onder water. Als de walvis bovenkomt, ademt het dier uit door het spuitgat boven op de kop. Bevat de lucht die uit het spuitgat komt meer of minder zuurstof dan de ingeademde lucht?

- 7 In het lichaam van een insect worden via tracheeën stoffen naar de lichaamscellen gebracht. Welke van deze stoffen wordt opgenomen door de lichaamscellen?
- 8 In slootwater leven onder andere klokdiertjes, muggenlarven en pantoffeldiertjes (zie afbeelding 43). Bij welke van deze dieren vindt gaswisseling via het celmembraan plaats?

▼ **Afb. 43** Leven in slootwater.



1 klokdiertje



2 muggenlarve



3 pantoffeldiertje

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Longverpleegkundige

Voorbeelden van beroepen die met ademhaling te maken hebben, zijn longfunctieassistent, COPD-consulent en longverpleegkundige. In deze verrijkingstof maak je kennis met een longverpleegkundige (zie afbeelding 44).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 88

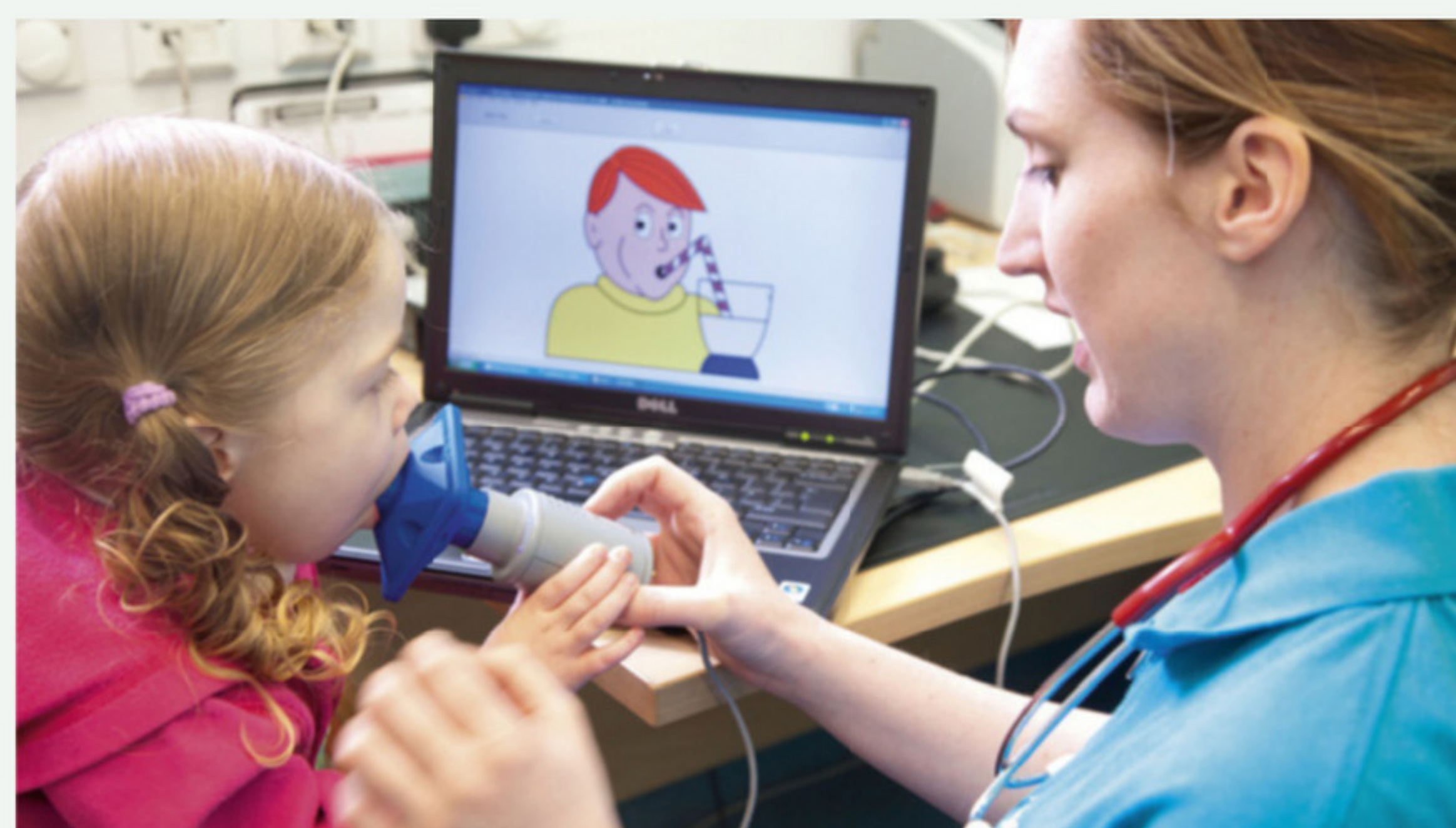
▼ Afb. 44

Longverpleegkundige

Jessica heeft een opleiding verpleegkunde gevolgd. Als verpleegkundige heeft ze op verschillende afdelingen van ziekenhuizen gewerkt voordat ze een baan kreeg op de longafdeling van een ziekenhuis. Daar kwam ze in aanraking met patiënten met allerlei longaandoeningen. Er waren vooral veel patiënten met astma en COPD. Om deze patiënten beter te kunnen helpen, heeft ze een aanvullende specialisatie astma en COPD gevolgd. Tegenwoordig werkt ze als longverpleegkundige op de polikliniek longziekten van het ziekenhuis. Daar komen alleen patiënten die overdag kunnen worden behandeld, en niet hoeven te worden opgenomen. Een van haar taken is het geven van advies en voorlichting aan patiënten bij wie is vastgesteld dat ze astma of COPD hebben. Om te beginnen legt ze uit hoe de ademhalingsorganen werken en wat er precies aan de hand is als je astma of COPD hebt. Daarna legt ze uit hoe je de medicijnen moet gebruiken. Voor veel patiënten is het de eerste keer dat ze medicijnen innemen via een inhalator. Jessica: 'Ik laat zien hoe je de inhalator moet gebruiken. Bij kinderen doe ik vaak voor hoe dat moet. Sommige patiënten hebben veel last van benauwdheid en moeten zichzelf daarom extra zuurstof toedienen.'

Leefstijl aanpassen

Patiënten met COPD of astma moeten vaak hun manier van leven veranderen. Ze krijgen van de arts bijvoorbeeld het advies om te stoppen met roken. Veel mensen vinden dat erg moeilijk. Jessica bespreekt met de patiënten



hoe ze dit kunnen aanpakken. Een ander advies dat veel patiënten krijgen, is om meer te gaan sporten en af te vallen. Eventueel kan ze mensen aanmelden voor longrevalidatie of voor een gesprek met een diëtist. Als een patiënt allergisch is voor huisstofmijt, moet de inrichting van het huis worden aangepast. Het huis moet worden ingericht met meubelen en materialen waar weinig huisstofmijt in leeft.

Behalve met de patiënten heeft Jessica ook regelmatig contact met andere behandelaars, bijvoorbeeld de huisarts, een fysiotherapeut of een diëtist. Jessica: 'Om dit werk goed te kunnen doen, is het belangrijk dat je goed met mensen om kunt gaan. Het is belangrijk dat de patiënten je vertrouwen, omdat ze de adviezen dan eerder opvolgen. Vooral bij kinderen is het belangrijk dat je veel geduld hebt.'

2 Practicum: de kieuwen van een vis

Je weet dat vissen ademen met kieuwen en hoe de kieuwen werken (zie afbeelding 45). In deze verrijkingstof ga je de kieuwen van een vis bekijken en tekenen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 89

► **Afb. 45** De kieuwen van een vis.



PLUSSTOF

3 Ademfrequentie

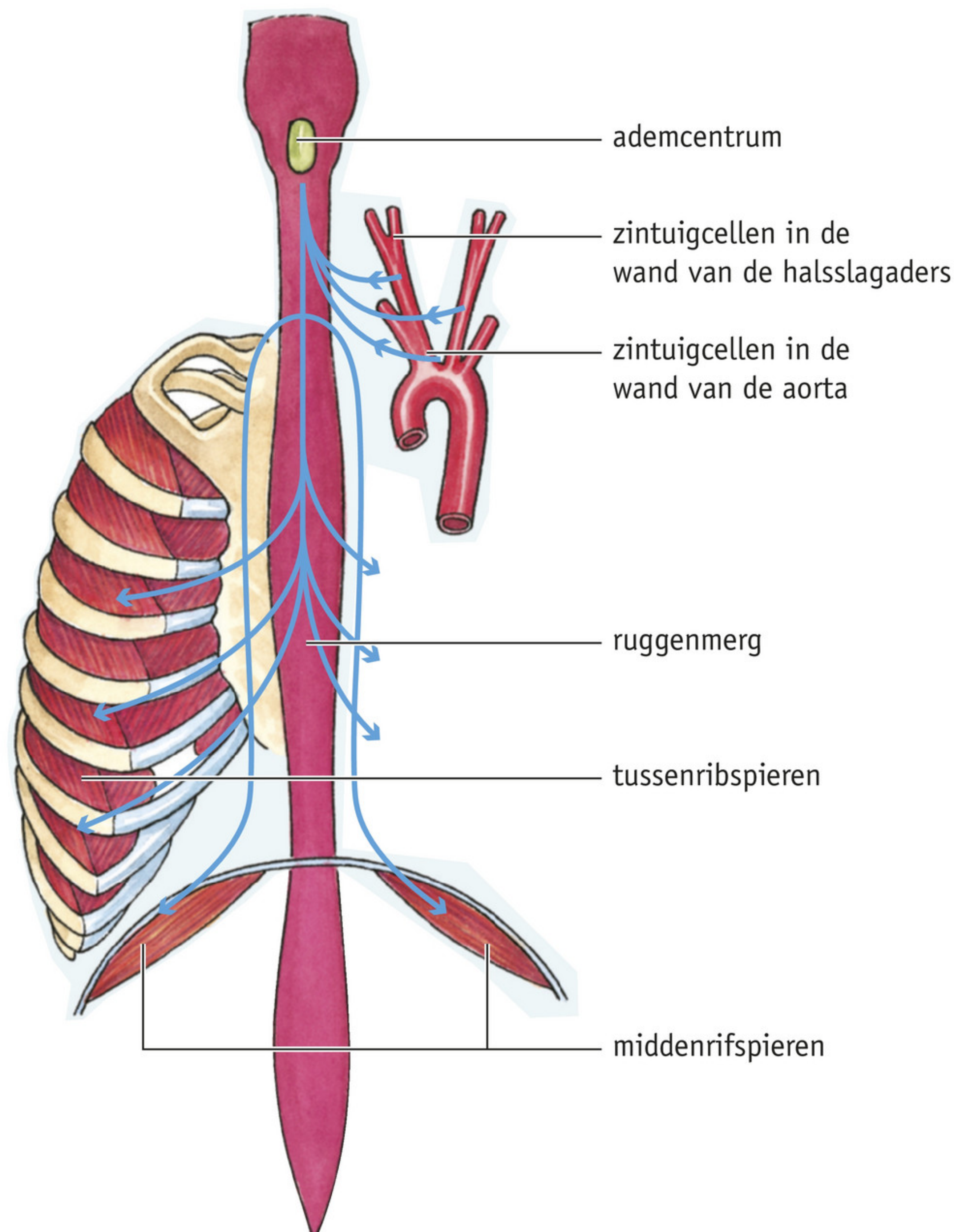
Je ademhaling gaat niet altijd in hetzelfde tempo. Als je tegen de wind in fietst of intensief sport, ga je sneller ademen. Je kunt ook sneller gaan ademen als je angstig, woedend of zenuwachtig bent.

ADEMCENTRUM

De ademhaling wordt geregeld door het **ademcentrum**. Dit zijn zenuwcellen in de hersenstam.

De aorta en de halsslagader zijn twee belangrijke bloedvaten in je lichaam. In de wand van de halsslagader en de aorta bevinden zich zintuigcellen. Deze zintuigcellen nemen waar hoeveel koolstofdioxide er in het bloed zit. Bij inspanning neemt de hoeveelheid koolstofdioxide in het bloed toe. De zintuigcellen worden extra geprikkeld en gaan dan meer impulsen afgeven. Via zenuwen gaan deze impulsen naar het ademcentrum. Het ademcentrum geeft vervolgens impulsen af die via de zenuwen naar de ademhalingsspieren gaan. Daardoor gaan deze spieren vaker en krachtiger samentrekken zodat je sneller en dieper gaat in- en uitademen (zie afbeelding 46). Doordat de ademhaling sneller gaat, kan het overtollige koolstofdioxide beter uit het bloed worden afgevoerd.

► **Afb. 46** Regeling van de ademfrequentie.



ZUURSTOFOPNAME IN DE BERGEN

De zintuigcellen in de wand van de halsslagader en de aorta worden ook geprikkeld als het zuurstofgehalte van het bloed daalt. Dat gebeurt bijvoorbeeld wanneer je hoog in de bergen bent. Op grote hoogte bevat de lucht minder zuurstof. Daardoor wordt er minder zuurstof in het bloed opgenomen. Het ademcentrum gaat meer impulsen afgeven, zodat je sneller en dieper gaat ademen. Als gevolg daarvan wordt er meer zuurstof in het bloed opgenomen.

HYPERVENTILATIE

Ademen is noodzakelijk om zuurstof in het lichaam op te nemen en om koolstofdioxide via de longen af te geven aan de lucht. Het aantal ademhalingen per minuut hangt af van de lichamelijke inspanning. Als je sport, gaat de ademhaling sneller doordat de inspanning groter is. Je lichaam heeft dan meer zuurstof nodig.

Als je te snel of te diep ademhaalt bij weinig lichamelijke inspanning, wordt er te veel zuurstof in je bloed opgenomen. Tegelijkertijd wordt de hoeveelheid koolstofdioxide in je bloed te laag. Daardoor kun je last krijgen van benauwdheid, duizeligheid en misselijkheid. Te snel (hyper) en/of te diep ademen (ventilatie) wordt **hyperventilatie** genoemd.

Mensen die last hebben van hyperventilatie krijgen het advies om ademhalingsoefeningen toe te passen. Ze moeten deze oefeningen uitvoeren zodra hyperventilatie optreedt.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 91

Examentrainer

ASTMA

Bron: examen vmbo-gt 2012-2, vraag 6.

Bij sommige mensen kan huisstof of stuifmeel een astma-aanval veroorzaken. Kringspieren in de kleinste vertakkingen van de bronchiën trekken dan samen en er wordt extra slijm geproduceerd. Hierdoor wordt de ademhaling moeilijker.

- 1p **1** Leg uit dat de ademhaling moeilijker wordt door het samentrekken van deze spieren en de slijmproductie.

UITADEMING METEN

Bron: examen vmbo-gt 2009-1, vraag 4 en 5.

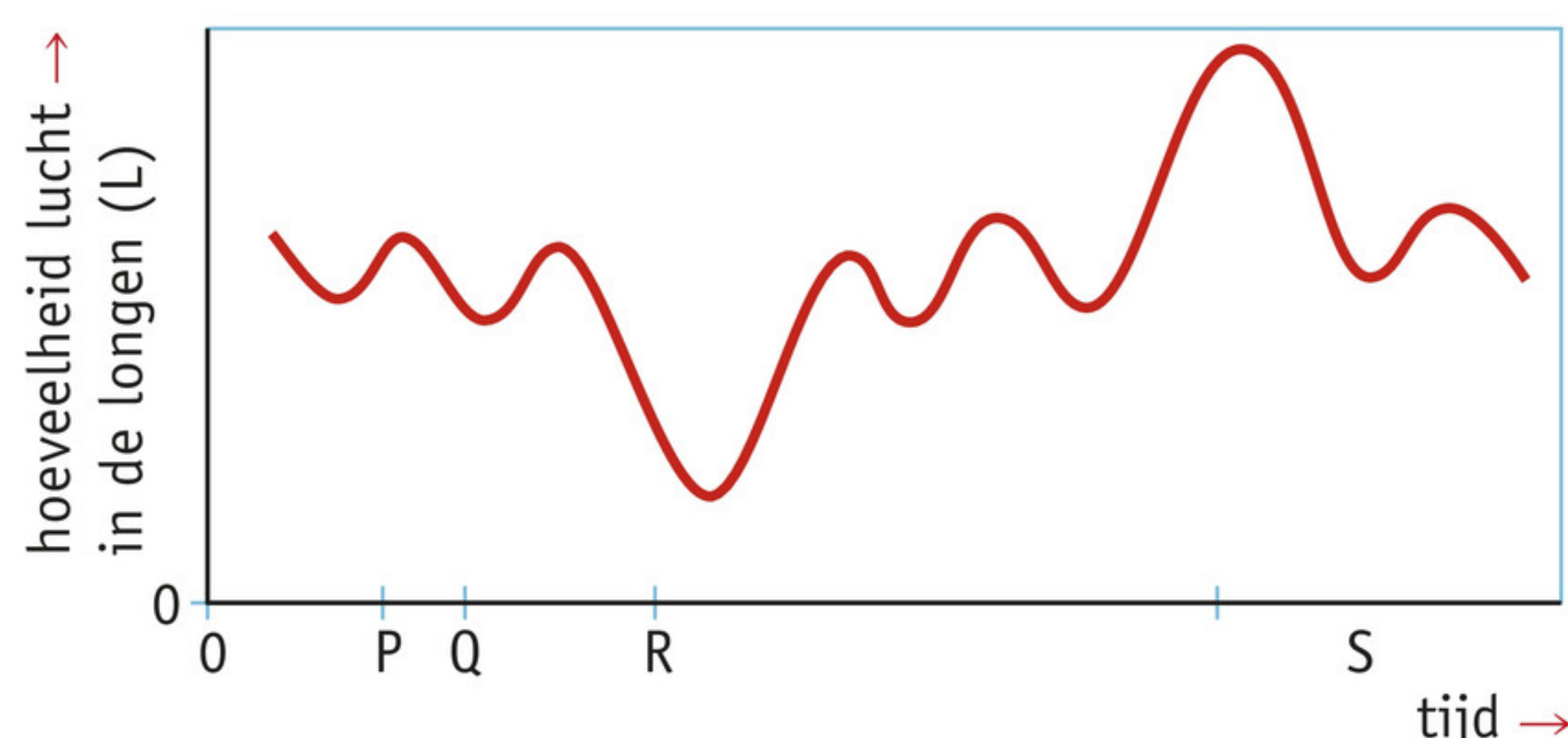
Bij een onderzoek naar de conditie van een aantal leerlingen wordt gemeten hoeveel lucht ze kunnen uitademen. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een spirometer (zie afbeelding 47).

▼ **Afb. 47** Spirometer.



Het diagram in afbeelding 48 geeft de hoeveelheid lucht in de longen van Tomas weer gedurende een bepaalde tijd. In die tijd ademt hij eenmaal zo diep mogelijk uit door de spirometer.

▼ **Afb. 48** Hoeveelheid lucht in de longen uitgezet tegen de tijd.



- 1p **2** Welke letter in het diagram geeft een tijdstip aan waarop Tomas zo diep mogelijk uitademt?
- A Letter P.
 - B Letter Q.
 - C Letter R.
 - D Letter S.

De samenstelling van de uitgeademde lucht wordt bij Tomas vergeleken met die van de ingeademde lucht.

- 1p **3** Bevat de uitgeademde lucht meer of minder koolstofdioxide dan de ingeademde lucht, of is dat evenveel?
- A Evenveel.
 - B Meer.
 - C Minder.

PCD

Bron: examen vmbo-gt 2012-1, vraag 1 en 2 en vmbo-gt 2007-1, vraag 4 en 6.

PCD is de afkorting van de naam van een erfelijke ziekte. Bij iemand met PCD kunnen de trilharen in de luchtwegen het slijm niet goed afvoeren.

- 1p **4** Geef de naam van een deel van de luchtwegen waarin zich trilharen bevinden.
- 1p **5** Wat is de functie van het bewegen van de trilharen in dit deel van de luchtwegen?

Om het opgehoopte slijm uit de luchtwegen te verwijderen, moet iemand met PCD vaak hoesten.

- 1p **6** Verandert de inhoud van de borstkas als je hoest?
- A Ja, de inhoud van de borstkas wordt groter.
 - B Ja, de inhoud van de borstkas wordt kleiner.
 - C Nee.

Patiënten met PCD hebben veel vaker dan gezonde mensen een infectie aan de luchtwegen. Ze worden onder andere behandeld met fysiotherapie. Daarbij wordt de patiënten geleerd om op een bepaalde manier krachtig uit te ademen.

- 1p **7** Trekken bij krachtig uitademen de buikspieren zich samen? En trekken de middenrifspieren zich dan samen?
- A De buikspieren trekken zich wel samen, maar de middenrifspieren niet.
 - B De buikspieren trekken zich niet samen, maar de middenrifspieren wel.
 - C Zowel de buikspieren als de middenrifspieren trekken samen.

ROKEN

Bron: examen vmbo-gt 2013-2, vraag 8 en 9.

Marco rookt sinds enkele jaren. Hij merkt dat hij bij inspanning veel sneller moe wordt dan toen hij nog niet rookte. Dit komt onder andere doordat nicotine vernauwing van de bloedvaten veroorzaakt. Dit heeft tot gevolg dat er in zijn spieren minder verbranding kan plaatsvinden.

- 1p **8** Leg uit hoe het komt dat er als gevolg van bloedvatvernauwing minder verbranding in de spieren kan plaatsvinden.

Sinds Marco rookt, hoest hij vaak. Als hij hoest, trekken zijn buikspieren krachtig samen.

- 1p **9** Beweegt zijn middenrif daardoor omhoog of omlaag? En ademt hij dan in of uit?
- A Zijn middenrif gaat dan omhoog en hij ademt in.
- B Zijn middenrif gaat dan omhoog en hij ademt uit.
- C Zijn middenrif gaat dan omlaag en hij ademt in.
- D Zijn middenrif gaat dan omlaag en hij ademt uit.

FIJNSTOF

Bron: examen vmbo-gt 2006-2, vraag 13 tot en met 15.

Fijnstof in de lucht is een vorm van luchtvervuiling. Door menselijk handelen komt in Nederland gemiddeld per jaar zo'n 50 miljoen kg zeer fijn stof in de lucht terecht. Dit vormt eenderde deel van de totale hoeveelheid. Het overige deel is afkomstig uit de natuur en uit het buitenland.

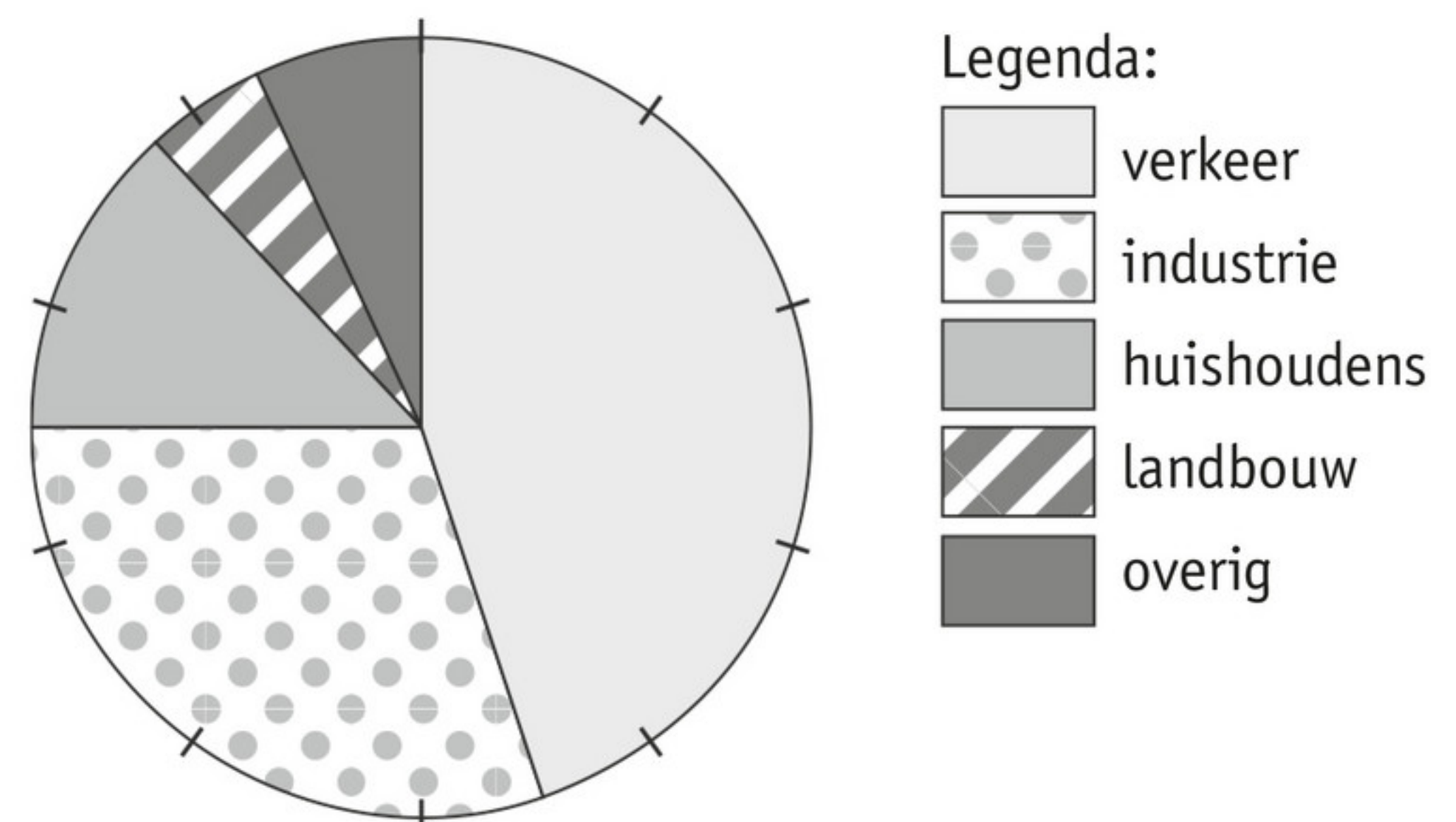
- 1p **10** Hoeveel miljoen kg fijnstof komt er in totaal gemiddeld per jaar in de lucht terecht in Nederland?

Ingeademde stofdeeltjes kunnen gezondheidsklachten veroorzaken, zoals astma en bronchitis. Niet alle stof die ingeademd wordt, bereikt de longen.

- 1p **11** Leg uit waardoor niet alle ingeademde fijne stofdeeltjes in de longblaasjes terechtkomen.

In afbeelding 50 is een cirkeldiagram weergegeven. Het diagram laat zien dat verkeer een grote bijdrage levert aan de uitstoot van kleine stofdeeltjes in Nederland.

- ▼ **Afb. 50** Uitstoot van kleine stofdeeltjes per jaar in Nederland, veroorzaakt door menselijk handelen.



- 1p **12** Hoeveel miljoen kg fijnstof wordt volgens het diagram gemiddeld per jaar in de lucht gebracht door het verkeer? Leg je antwoord uit met een berekening.

Plusopdracht

DUIKEN

Naar: examen havo 2001-2, vraag 43.

Als je onder water duikt, veranderen het zuurstof- en koolstofdioxidegehalte in je bloed. Dit komt onder andere doordat onder water de borstkas wordt ingedrukt. Daardoor worden gassen vanuit de longen in het bloed geperst.

In het lichaam registreren zintuigcellen het zuurstof- en koolstofdioxidegehalte in het bloed. Als het zuurstofgehalte afneemt, geven de zintuigcellen impulsen af naar het ademcentrum in de hersenstam. Maar belangrijker zijn de impulsen die worden afgegeven door zintuigcellen die reageren als het koolstofdioxidegehalte in het bloed toeneemt. Als deze impulsen bij het ademcentrum komen, worden er impulsen afgegeven waardoor de ademhalingsspieren gaan samentrekken. Als je van tien meter diepte geleidelijk opstijgt, vermindert het zuurstofgehalte in je longen wel, maar het koolstofdioxidegehalte niet.

- 1p **13** Leg uit waardoor het koolstofdioxidegehalte in de longen niet minder wordt.

6 Transport



BASISSTOF

- 1 Bloed
- 2 De bloedsomloop en het hart
- 3 De bloedvaten
- 4 Hart- en vaatziekten
- 5 Weefselvloeistof en lymfe

86
92
98
102
106

SAMENVATTING
DIAGNOSTISCHE TOETS

109
113

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Onderzoek van hart en bloedvaten
- 2 Werken met contexten
- 3 Practicum: de bouw van een zoogdierhart

121
124
125

EXAMENTRAINER

126



Transporteren is vervoeren. In je lichaam worden veel stoffen vervoerd. Dit gebeurt vooral door het bloed dat door je bloedvaten stroomt. Je hart pompt het bloed door je lichaam. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, wordt de bloedsomloop genoemd. Het lymfevatenstelsel heeft ook een transportfunctie en draagt bij aan de afweer van je lichaam.

In dit thema leer je uit welke bestanddelen het bloed is samengesteld en hoe je bloedsomloop, hart en lymfevatenstelsel zijn gebouwd en werken. Ook leer je wat er aan de hand is bij enkele hart- en vaatziekten.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Bloed

Bloed is van levensbelang. Het vervoert niet alleen allerlei stoffen, maar transporteert ook warmte door ons lichaam.

Een volwassen mens heeft vijf tot zes liter bloed. Bloed bestaat uit een vloeistof die bloedplasma heet. In het bloedplasma bevinden zich bloedcellen en bloedplaatjes. Er zijn twee soorten bloedcellen: rode bloedcellen en witte bloedcellen (zie afbeelding 1).

In afbeelding 2 zie je twee reageerbuizen met bloed. Buis 1 is vers bloed, buis 2 heeft enkele dagen gestaan. De bloedcellen en bloedplaatjes zakken dan naar de bodem. Boven de bloedcellen en bloedplaatjes bevindt zich een gelige, doorzichtige laag: het bloedplasma. Bloed bestaat voor ongeveer 55% uit bloedplasma (zie afbeelding 3). Ongeveer 45% van het bloed bestaat uit bloedcellen en bloedplaatjes.

▼ **Afb. 1** Bloedplasma en bloedcellen (gekleurd, vergroting 950×).



witte bloedcel
rode bloedcel
bloedplasma

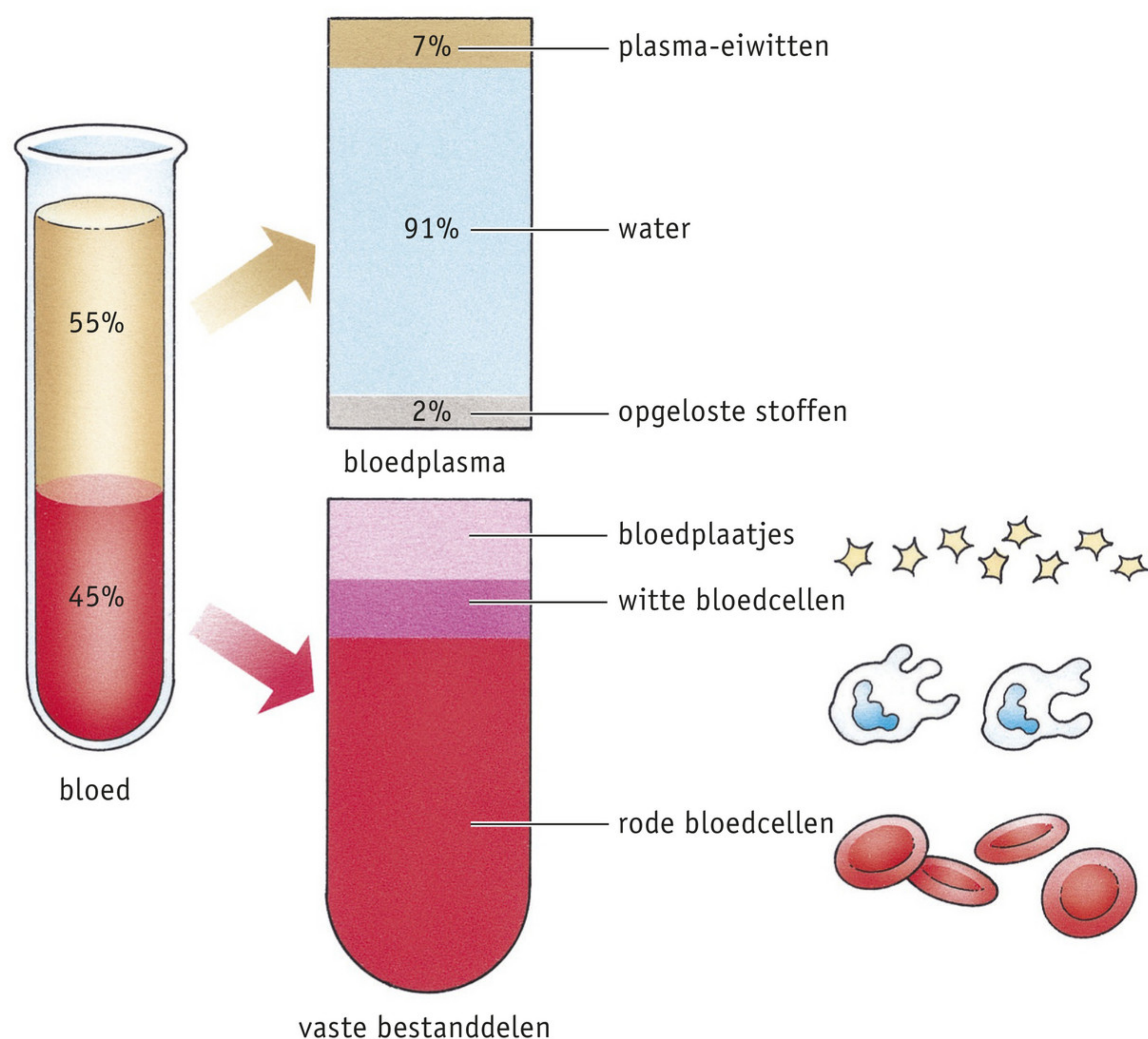
▼ **Afb. 2** Reageerbuizen met bloed.



1 vers bloed

2 bloed dat enkele
dagen heeft gestaan

► **Afb. 3** De samenstelling van bloed (schematisch).



Bij de vertering van voeding in het spijsverteringsstelsel komen voedingsstoffen vrij. Deze voedingsstoffen komen via het bloed bij alle cellen van je lichaam. Door ademhaling komt zuurstof via de longen in het bloed. Het bloed vervoert de zuurstof naar de cellen. In de cellen wordt een deel van de voedingsstoffen verbrand. De afvalstoffen die daarbij ontstaan, worden door het bloed afgevoerd. Mede door de constante aanvoer van voedingsstoffen en zuurstof en de afvoer van afvalstoffen blijft een organisme in leven. Daarnaast regelt het bloedplasma de verdeling van de warmte in je lichaam. Hierdoor blijft de lichaamstemperatuur constant.

BLOEDPLASMA

Bloedplasma bestaat voor 7% uit eiwitten (plasma-eiwitten) en voor 91% uit water (zie afbeelding 3). De rest van het bloedplasma bestaat uit stoffen die in het water zijn opgelost.

Een van de plasma-eiwitten is fibrinogeen. Fibrinogeen heeft een functie bij de bloedstolling. Verderop in deze basisstof leer je daar meer over.

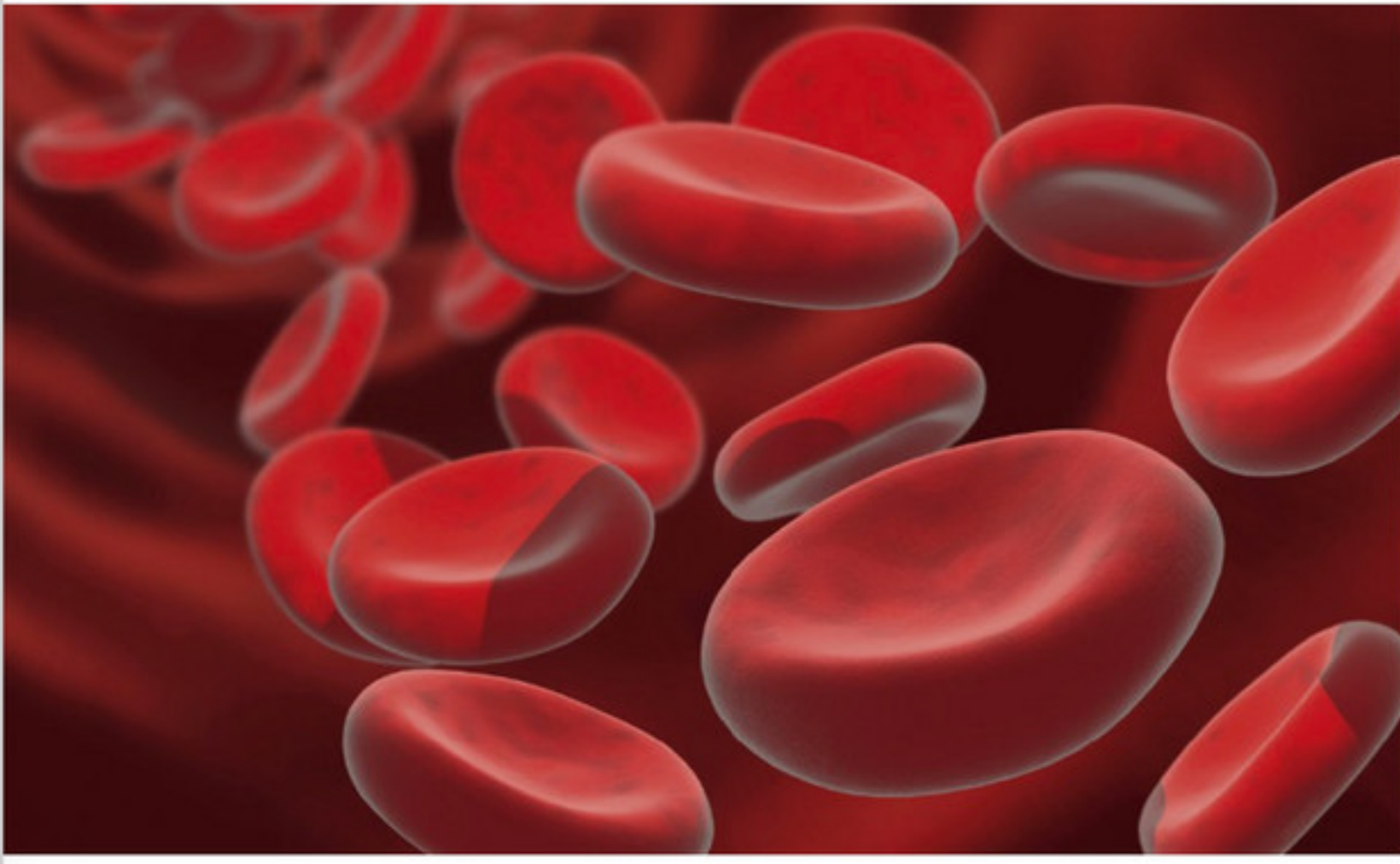
Bloedplasma vervoert verschillende stoffen, zoals voedingsstoffen, afvalstoffen, hormonen, enzymen, antistoffen en een kleine hoeveelheid zuurstof.

Tot de voedingsstoffen behoren onder andere glucose, mineralen (zouten), vitaminen en de verteringsproducten van koolhydraten, eiwitten en vetten. Tot de afvalstoffen behoort onder andere koolstofdioxide.

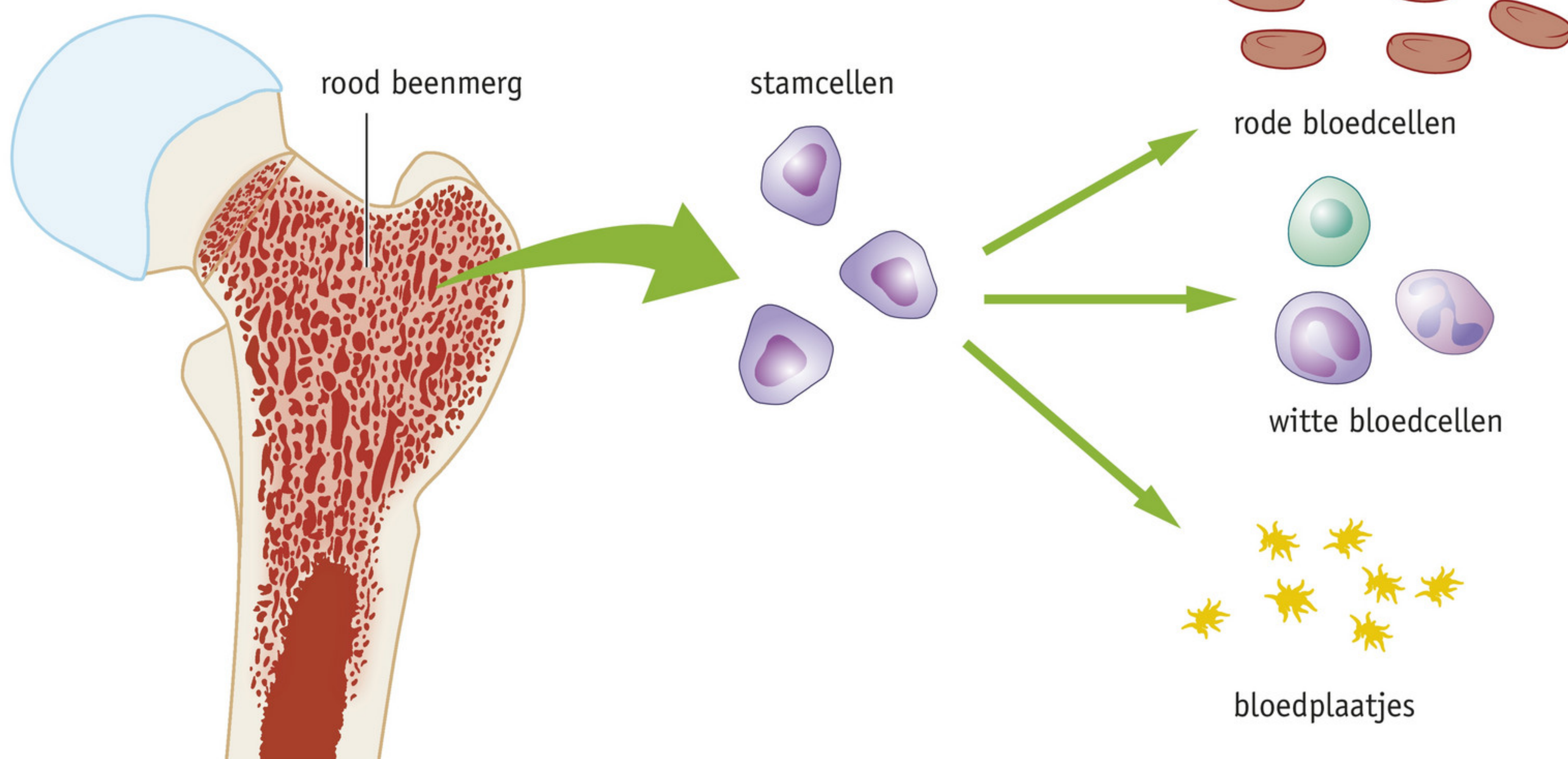
Je hebt geleerd dat hormonen en enzymen allerlei processen in je lichaam regelen.

Antistoffen zijn eiwitten die je lichaam beschermen tegen infecties. Als je geneesmiddelen gebruikt, worden die ook door het bloedplasma vervoerd.

▼ **Afb. 4** Rode bloedcellen (vergroting 3000×).



▼ **Afb. 5** Het ontstaan van rode en witte bloedcellen en bloedplaatjes uit stamcellen in het rode beenmerg (schematisch).



RODE BLOEDCELLEN

Rode bloedcellen zijn ronde schijfjes met in het midden aan beide kanten een indeuking (zie afbeelding 4). Rode bloedcellen hebben geen celkern en gaan na ongeveer vier maanden dood. Er worden voortdurend nieuwe rode bloedcellen gevormd. Rode bloedcellen ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg, net als witte bloedcellen en bloedplaatjes (zie afbeelding 5). Het rode beenmerg bevindt zich in de koppen van pijpbeenderen (bijvoorbeeld opperarmbeen en dijbeen) en in platte beenderen (bijvoorbeeld ribben en heupbeenderen).

Rode bloedcellen vervoeren zuurstof. Ze bevatten het eiwit hemoglobine, wat de bloedcel de rode kleur geeft. Door **hemoglobine** kunnen de rode bloedcellen gemakkelijk zuurstof opnemen en afgeven.

▼ **Afb. 6**

Eén kubieke millimeter bloed bevat ongeveer 5 000 000 (vijf miljoen) rode bloedcellen. Het lichaam kan extra rode bloedcellen aanmaken als dat nodig is. Dat gebeurt bijvoorbeeld in hooggelegen gebieden, waar minder zuurstof in de lucht zit. De extra rode bloedcellen zorgen voor voldoende toevoer van zuurstof naar organen en spieren (zie afbeelding 6).

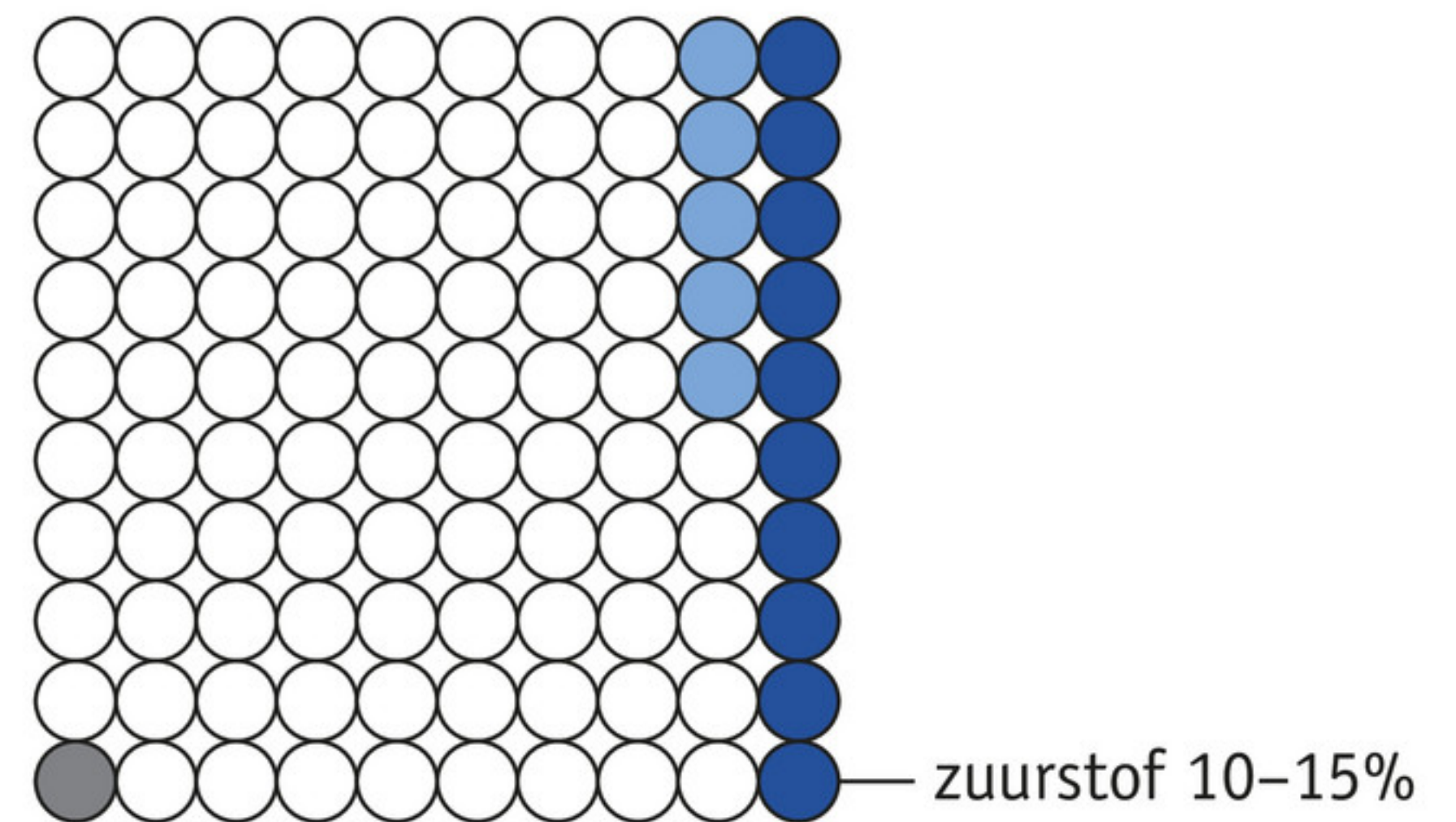
Hoogtetraining

Sporters gaan voor een belangrijke wedstrijd vaak een aantal weken op grote hoogte (vanaf 2000 m) trainen. Op die hoogte zit er minder zuurstof in de lucht. Het lichaam past zich daaraan aan door meer van het hormoon epo (erytropoëetine) aan te maken (zie de afbeelding). Epo zorgt voor extra aanmaak van rode bloedcellen, zodat er toch genoeg zuurstof bij de organen en spieren komt. Als de sporter weer op zeeniveau komt, blijven de extra

rode bloedcellen nog een tijdje in het bloed. De spieren krijgen dan extra veel zuurstof zodat de sporter goed kan presteren in een wedstrijd. Sommige sporters willen dit voordeel sneller bereiken en spuiten epo in hun lichaam. Je noemt dit doping. Doping is verboden. Als er in het bloed van een sporter te veel epo wordt gevonden, mag de sporter niet meer meedoen aan wedstrijden.



1 sporter ademt lucht met minder zuurstof in

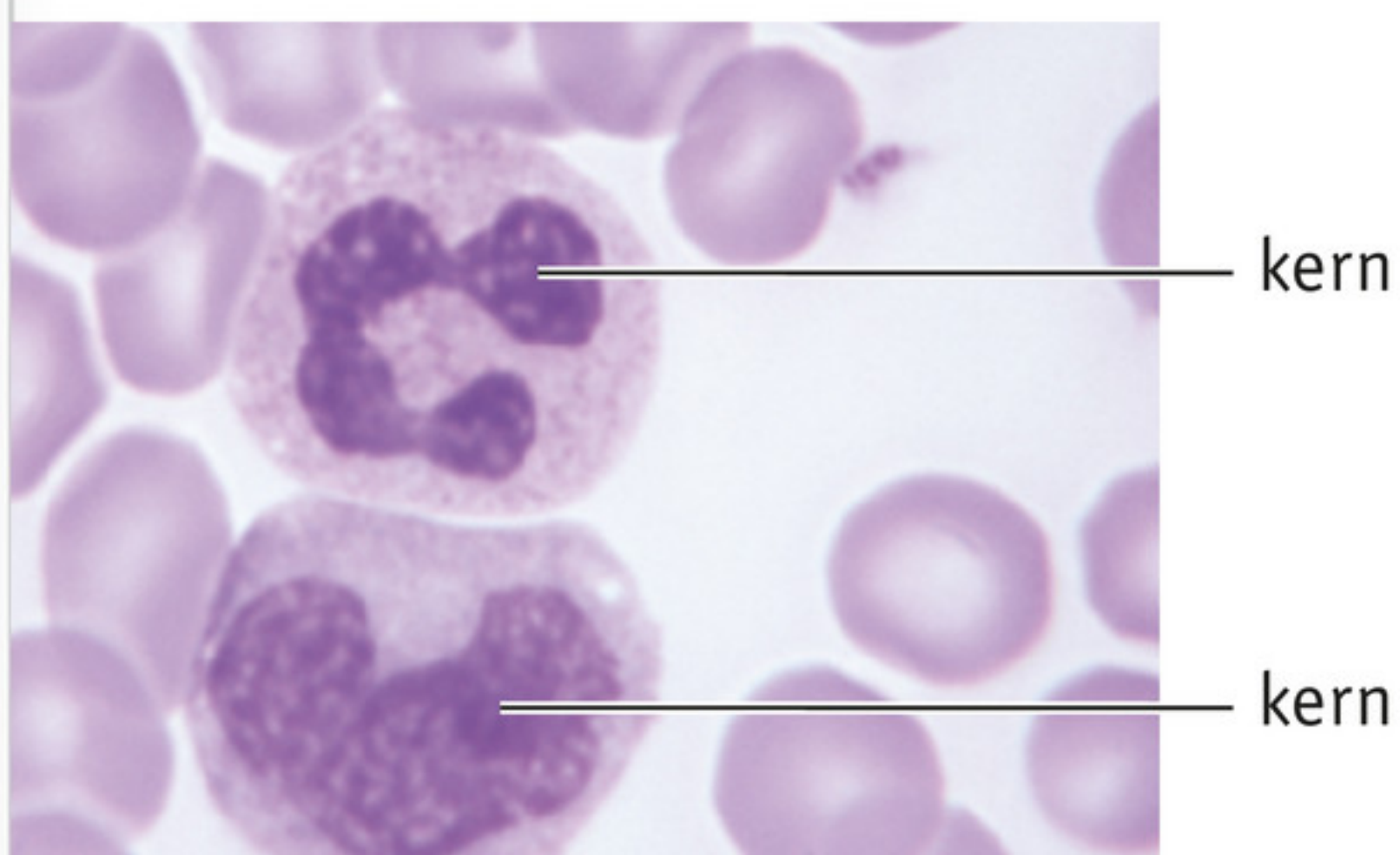


2 onder invloed van het zuurstoftekort produceren de nieren epo

3 epo prikkelt het beenmerg tot een verhoogde aanmaak van rode bloedcellen

Hemoglobine bevat ijzer. Het rode beenmerg heeft dan ook ijzerzouten nodig om hemoglobine te maken. Een tekort aan ijzerzouten in de voeding kan bloedarmoede veroorzaken. Er is dan een tekort aan rode bloedcellen waardoor er onvoldoende zuurstof wordt vervoerd. Iemand met bloedarmoede voelt zich voortdurend moe.

▼ **Afb. 7** Witte bloedcellen (vergroting 950×).

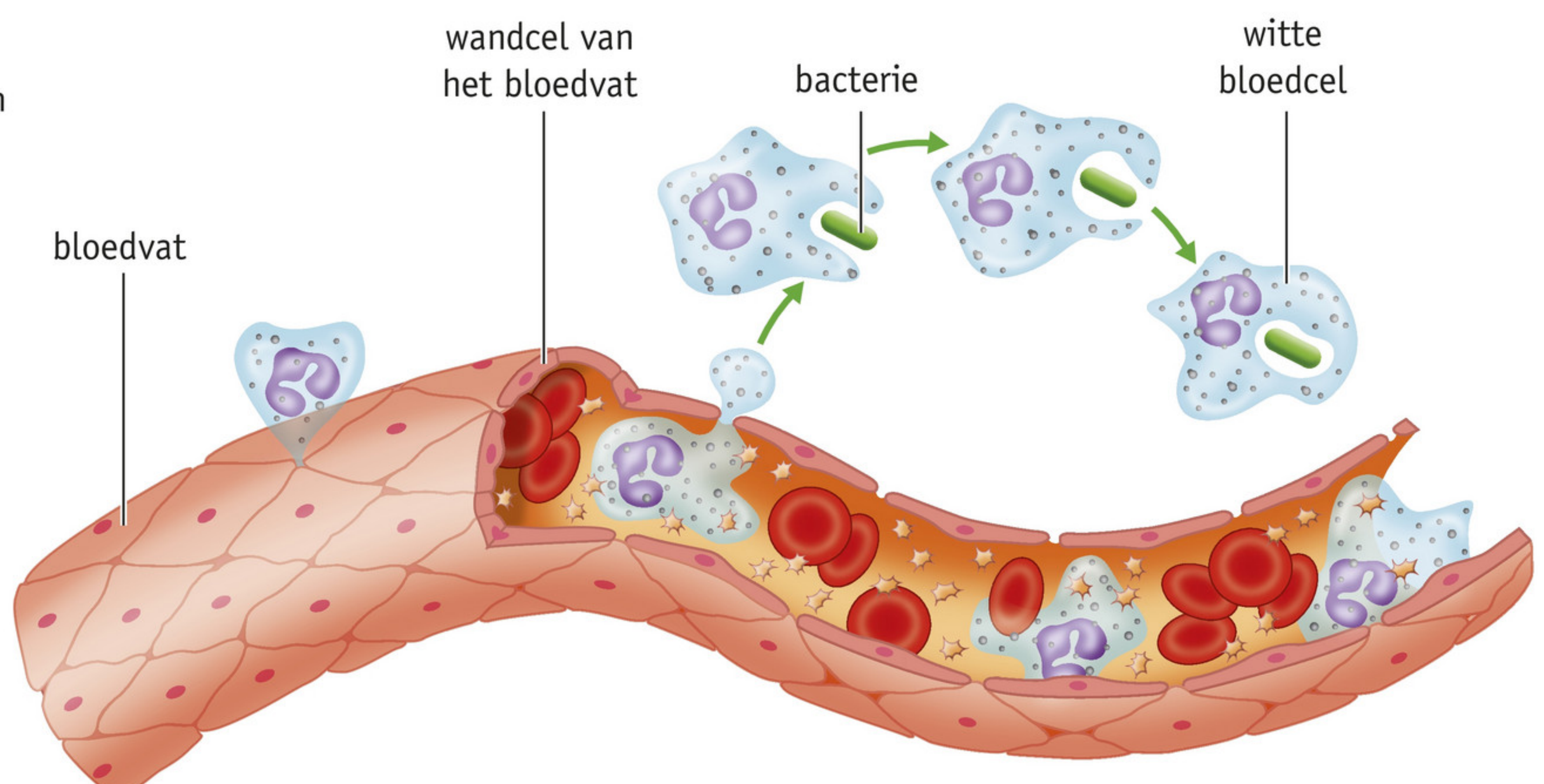


Dode rode bloedcellen worden afgebroken in het rode beenmerg, in de milt en in de lever. Het ijzer dat bij de afbraak vrijkomt, wordt opnieuw gebruikt bij de aanmaak van hemoglobine voor nieuwe rode bloedcellen.

WITTE BLOEDCELLEN

Eén kubieke millimeter bloed bevat ongeveer 7000 witte bloedcellen. **Witte bloedcellen** hebben een celkern (zie afbeelding 7). Witte bloedcellen hebben geen vaste vorm. Daardoor kunnen ze door kleine openingen in de wand van de kleinste bloedvaten heen (zie afbeelding 8). Witte bloedcellen maken ziekteverwekkers (bijvoorbeeld bacteriën) onschadelijk.

► **Afb. 8** Witte bloedcellen maken bacteriën onschadelijk door ze in te sluiten.



▼ **Afb. 9** Een ontstoken wond met etter.



Er zijn verschillende typen witte bloedcellen. Witte bloedcellen van een bepaald type bestrijden bacteriën. Wanneer er bacteriën je lichaam zijn binnengedrongen, kunnen deze witte bloedcellen de bacteriën insluiten (zie afbeelding 8). De bacteriën komen dan in de witte bloedcellen te liggen en gaan dood. De witte bloedcellen gaan hierbij meestal ook dood. Dit gebeurt bijvoorbeeld als een wond is ontstoken. De etter of pus uit een wond (zie afbeelding 9) bestaat uit dode witte bloedcellen en gedode bacteriën. In etter komen vrijwel altijd ook nog levende bacteriën voor. Witte bloedcellen van een ander type ruimen dode celresten op. Er zijn ook witte bloedcellen die ziekteverwekkers bestrijden door antistoffen te vormen. Witte bloedcellen worden gevormd uit stamcellen in het rode beenmerg (zie afbeelding 5). De witte bloedcellen die antistoffen maken, ontwikkelen zich daarna verder in lymfeknopen. Hierover leer je meer in basisstof 5.

In het beenmerg kan een vorm van kanker ontstaan waarbij grote hoeveelheden onrijpe witte bloedcellen worden gevormd. Deze ziekte heet **leukemie**. Doordat de witte bloedcellen niet goed functioneren, is het lichaam niet goed beschermd tegen infecties. Door de grote hoeveelheid witte bloedcellen worden er minder rode bloedcellen en bloedplaatjes gevormd. Een tekort aan rode bloedcellen zorgt voor bloedarmoede. Te weinig bloedplaatjes veroorzaakt problemen met de stolling van het bloed.

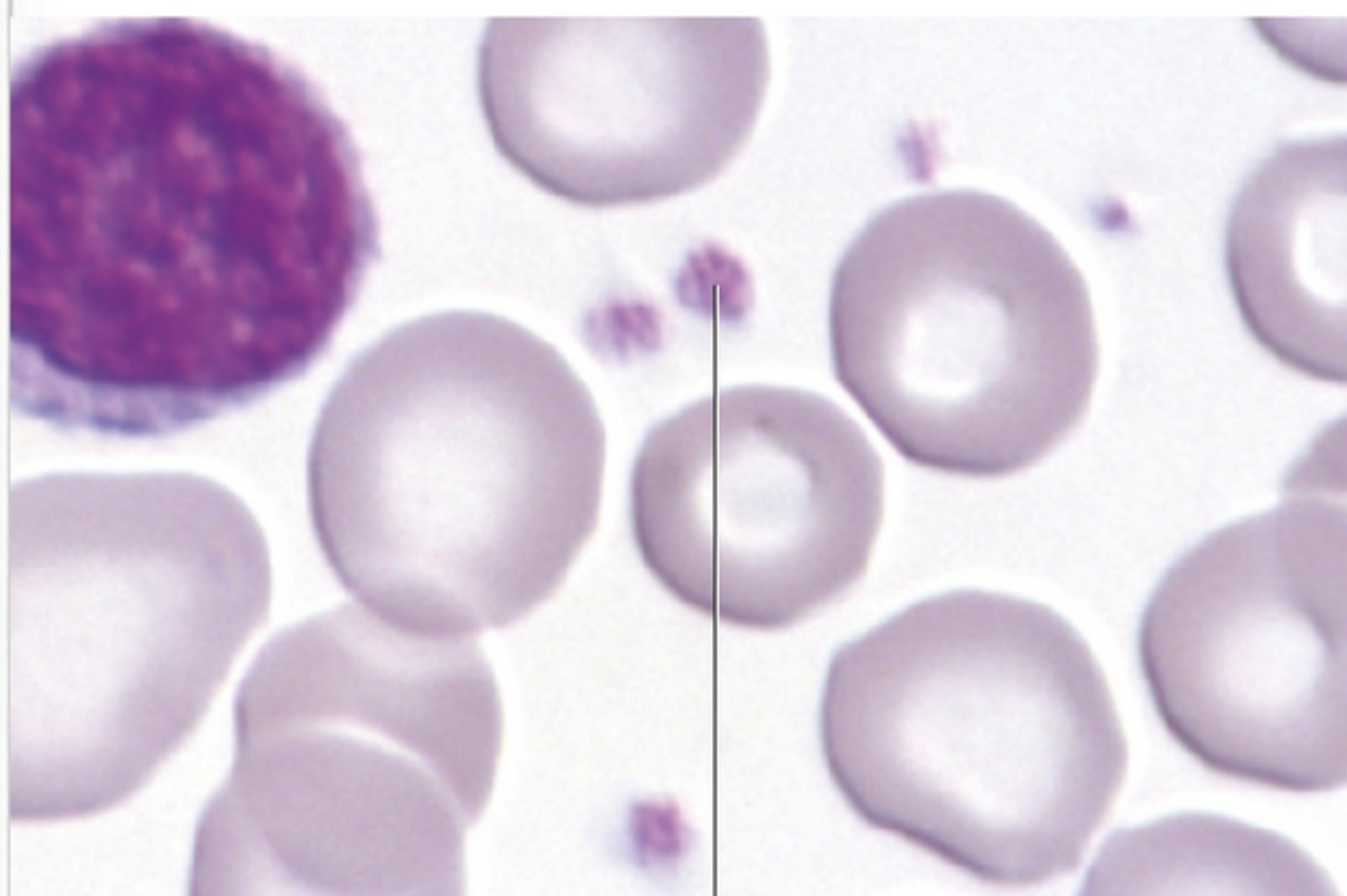
WB PRACTICUM 1 BLZ. 129

BLOEDPLAATJES

Bloedplaatjes zijn geen cellen, maar delen van cellen (zie afbeelding 10). Ze ontstaan doordat cellen uiteenvallen (zie afbeelding 5). Bloedplaatjes hebben geen celkern.

In één kubieke millimeter bloed zitten ongeveer 300 000 bloedplaatjes. Bloedplaatjes spelen een rol bij de bloedstolling. Ze bevatten stoffen die ervoor zorgen dat het bloed buiten de bloedvaten stolt (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 10** Bloedplaatjes (gekleurd, vergroting 1900×).



bloedplaatje

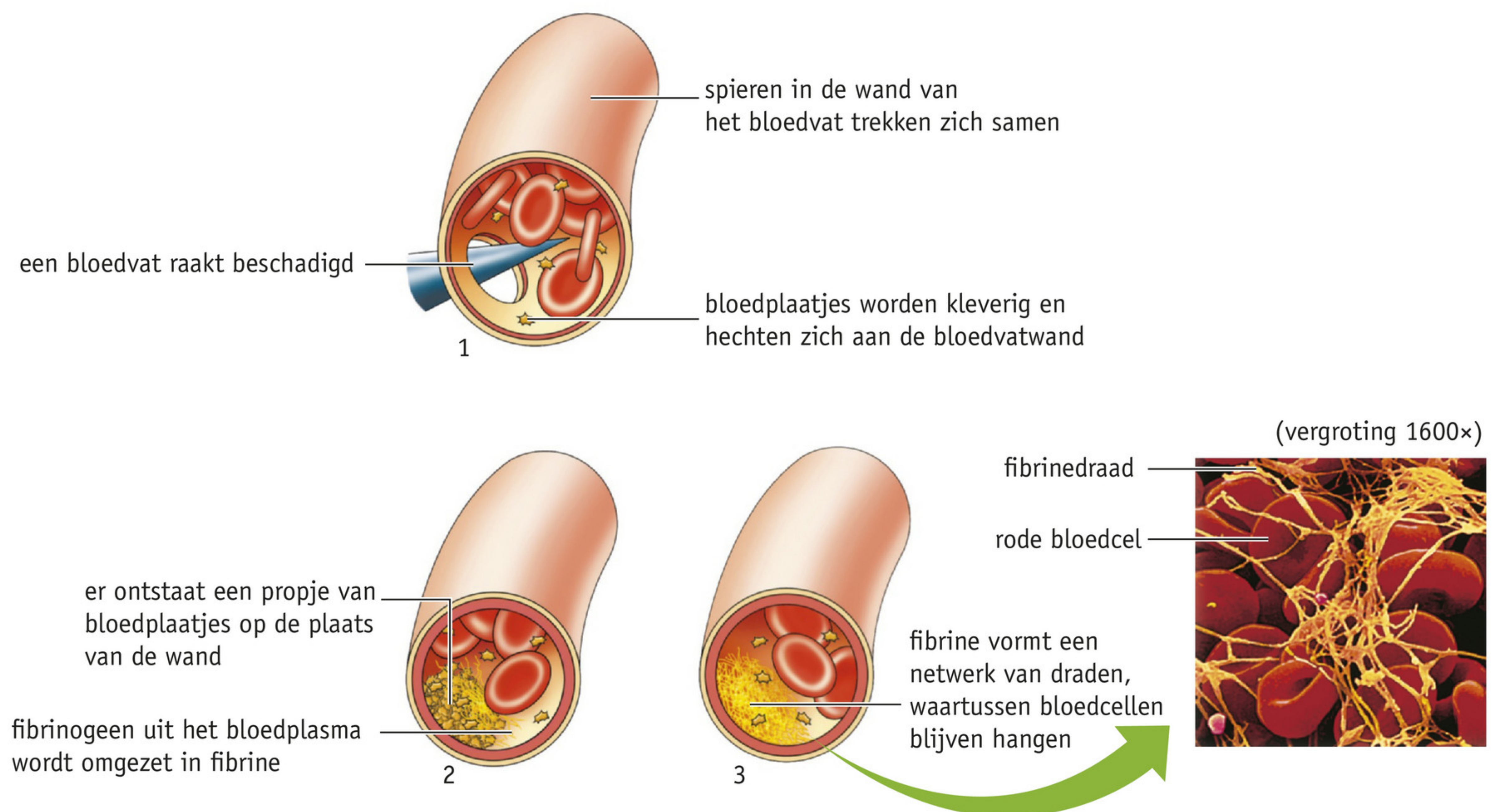
▼ **Afb. 11** Bloed buiten de bloedvaten stolt.



In afbeelding 12 is weergegeven wat er gebeurt als een bloedvat beschadigd raakt. Bij beschadiging van een bloedvat wordt bloedverlies op verschillende manieren zo veel mogelijk tegengegaan. Spieren in de wand van het bloedvat trekken samen, waardoor het bloedvat nauwer wordt. Hierdoor stroomt er minder bloed door het beschadigde bloedvat.

Door de verwonding worden bloedplaatjes kleverig. De bloedplaatjes kleven aan elkaar en aan de beschadigde wand van het bloedvat. Hierdoor ontstaat een propje van bloedplaatjes op de plaats van de wond (zie afbeelding 12.2). Uit de samengeklonterde bloedplaatjes komen stoffen vrij. Onder invloed van deze stoffen wordt fibrinogeen uit het bloedplasma omgezet in fibrine. Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond. Tussen deze draden blijven bloedcellen hangen (zie afbeelding 12.3). Hierdoor ontstaat een bloedstolsel dat de wond afsluit. Daardoor stopt het bloeden.

▼ **Afb. 12** Bloedstolling (schematisch).



▼ **Afb. 13** Op een wond ontstaat een korstje.

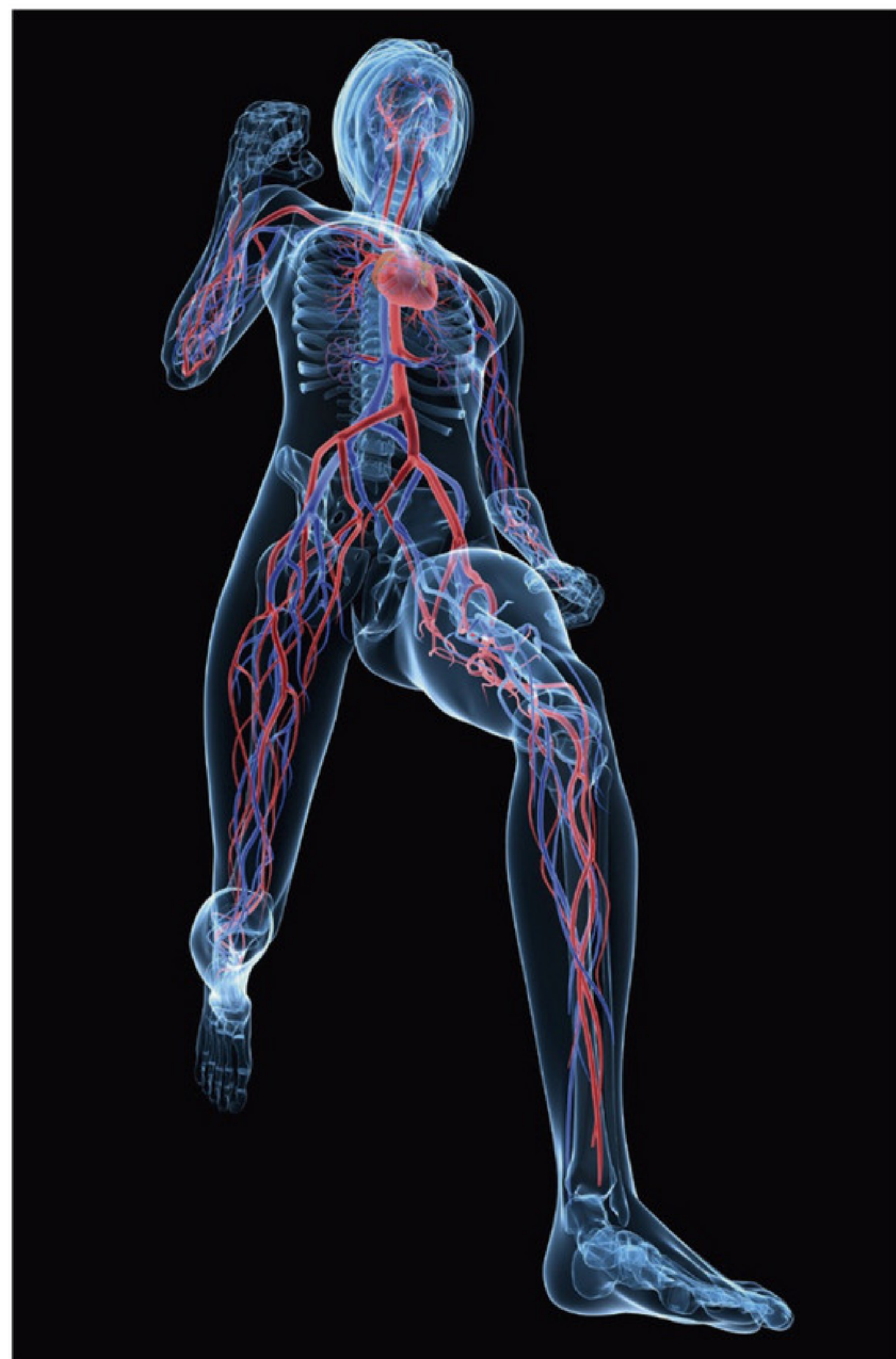


Als de fibrinedraden met de bloedcellen indrogen, ontstaat een korstje (zie afbeelding 13). Na verloop van tijd worden de fibrinedraden langzaam afgebroken. Het korstje laat dan los. De wond is intussen genezen. Soms stolt het bloed binnen de bloedvaten terwijl het bloedvat niet is beschadigd. Er ontstaat dan een bloedstolsel waardoor een bloedvat kan worden afgesloten. Dit noemen we trombose.

WB OPDRACHT 1 T/M 8 BLZ. 94

2 De bloedsomloop en het hart

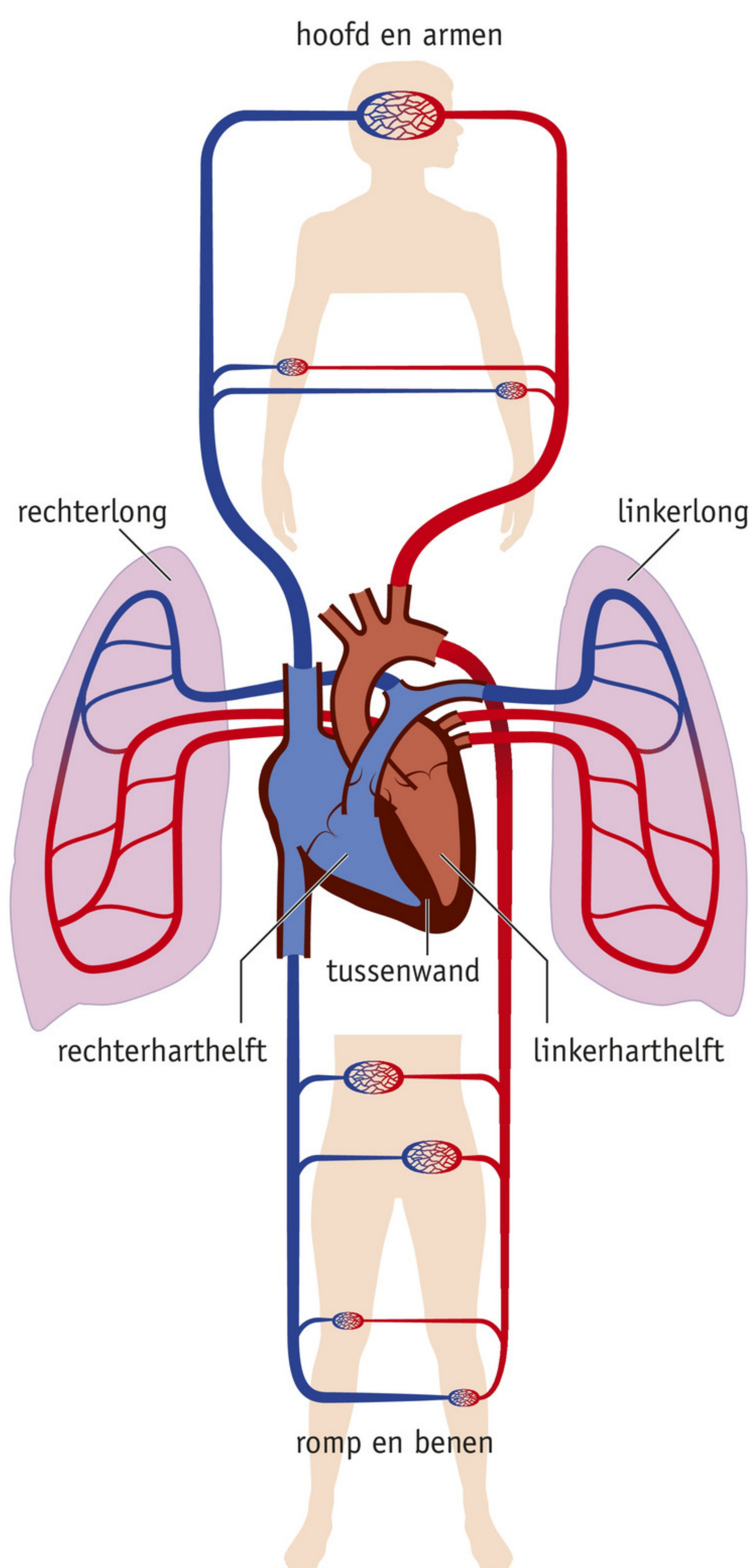
▼ **Afb. 14** Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten.



Als je alle bloedvaten van één mens achter elkaar zou leggen, kom je op een lengte van honderdduizend kilometer. Dat is 2,5 keer de omtrek van de aarde. Het **bloedvatenstelsel** van de mens bestaat uit het hart en de bloedvaten. Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten (zie afbeelding 14). Het hart pompt het bloed door de bloedvaten. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, noemen we de **bloedsomloop**.

In afbeelding 15 is de bloedsomloop van de mens schematisch getekend. In het midden ligt het hart. Je ziet dat het hart bestaat uit twee helften: de rechterharthelft en de linkerharthelft. De harthelften zijn van elkaar gescheiden door een tussenwand.

▼ **Afb. 15** De dubbele bloedsomloop bij een mens (schematisch).



Je moet er bij alle afbeeldingen van het hart op letten dat je kijkt naar de voorkant van een persoon. De rechterkant van zijn lichaam zie je links in de afbeelding. Dat geldt ook voor de harthelften: de rechterharthelft staat links in de afbeelding en de linkerharthelft rechts.

De bloedsomloop bij de mens is een **dubbele bloedsomloop**. Tijdens één complete rondgang door het lichaam stroomt het bloed twee keer door het hart. Het hart is een dubbele pomp.

KLEINE BLOEDSOMLOOP

De rechterhelft van het hart pompt het bloed naar de rechterlong en naar de linkerlong. Vanuit de beide longen stroomt het bloed weer terug naar het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **kleine bloedsomloop** (zie afbeelding 15).

In de kleine bloedsomloop wordt zuurstof opgenomen in het bloed en koolstofdioxide afgegeven aan de lucht. Dit gebeurt in de longen.

GROTE BLOEDSOMLOOP

Vanuit de kleine bloedsomloop komt het bloed in de linkerhelft van het hart. Deze harthelft pompt het bloed door het hele lichaam (zie afbeelding 15). Een deel van het bloed stroomt naar het hoofd en de armen. Een ander deel van het bloed stroomt naar de romp en de benen. Het bloed stroomt door de organen in al deze lichaamsdelen. Vanuit deze organen stroomt het bloed weer terug naar de rechterhelft van het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **grote bloedsomloop**.

In de grote bloedsomloop worden zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) afgegeven aan de cellen. Koolstofdioxide en andere afvalstoffen worden opgenomen in het bloed.

LIGGING EN BOUW VAN HET HART

Het hart ligt tussen de beide longen in de borstholte, iets links van het midden. Het hart en de longen worden beschermd door de ribben en het borstbeen (zie afbeelding 16). Een hart is ongeveer zo groot als een vuist.

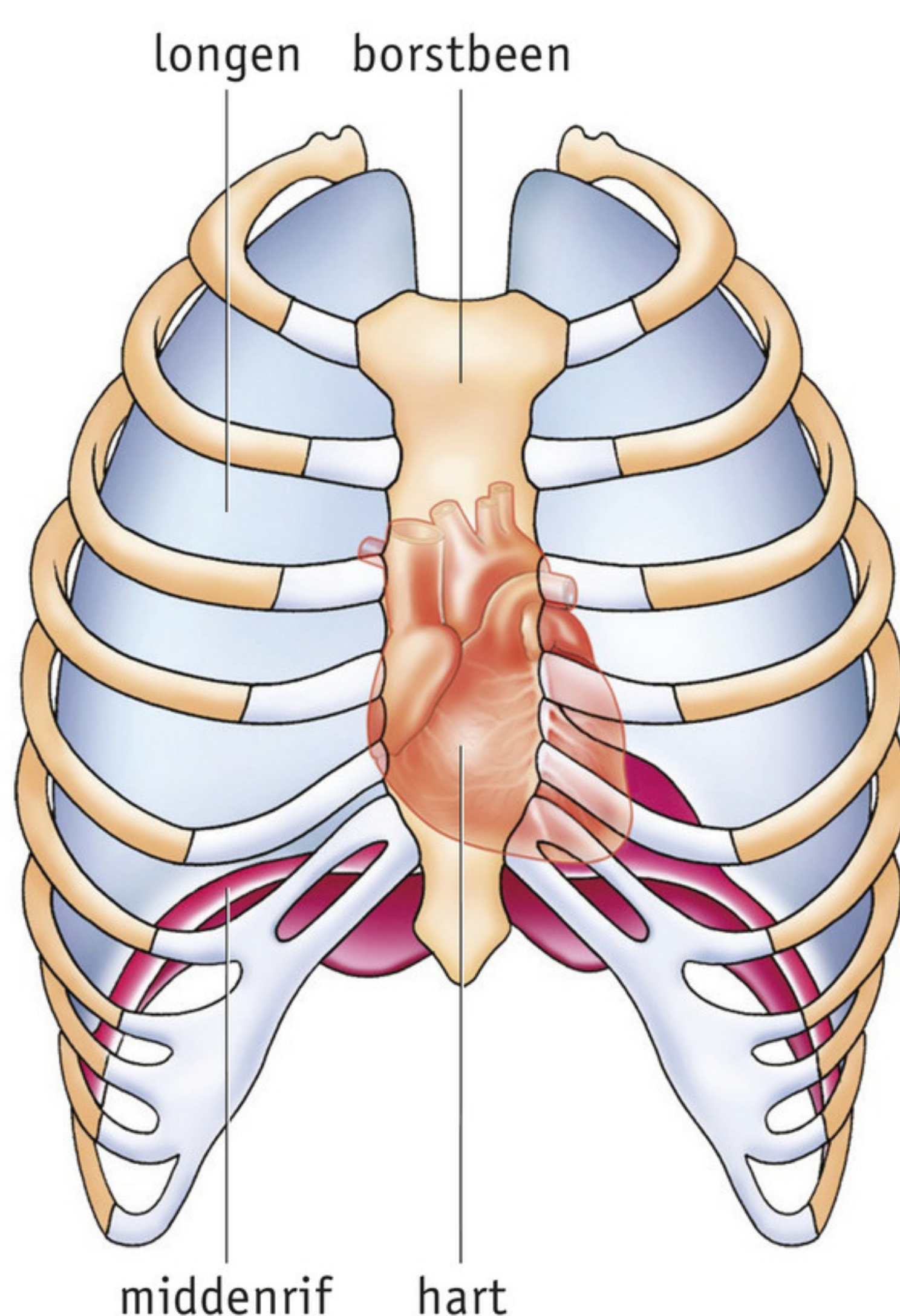
Afbeelding 17 is een schematische tekening van het hart met de aansluitende bloedvaten. Elke harthelft bestaat uit twee delen: een **boezem** en een **kamer**. De boezems zitten als een soort 'zakjes' op de kamers.

Het hart is een spier die van binnen hol is. Die spier verbruikt zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) bij de verbranding. Daarbij komen koolstofdioxide en andere afvalstoffen vrij.

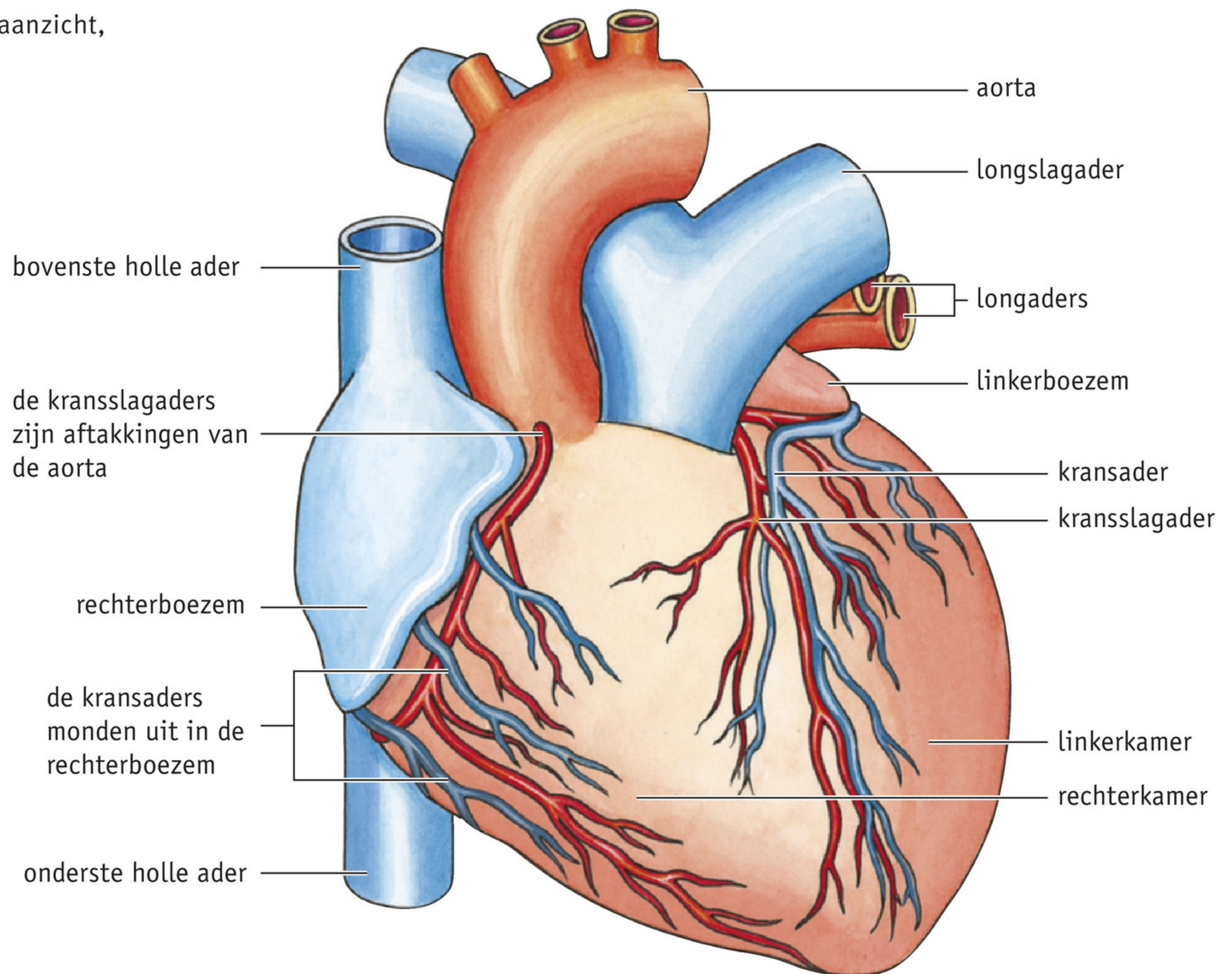
Om deze stoffen aan en af te voeren, lopen over het hart bloedvaten. Dat zijn de kransslagaders en kransaders. Door de **kransslagaders** stroomt bloed, dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen, naar de hartspier. De kransslagaders zijn aftakkingen van de aorta.

Door de **kransaders** stroomt bloed, dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen, weg van de hartspier. De kransaders monden rechtstreeks uit in de rechterboezem.

▼ **Afb. 16** De ligging van het hart (schematisch).



► **Afb. 17** Het hart (buitenaanzicht, schematisch).

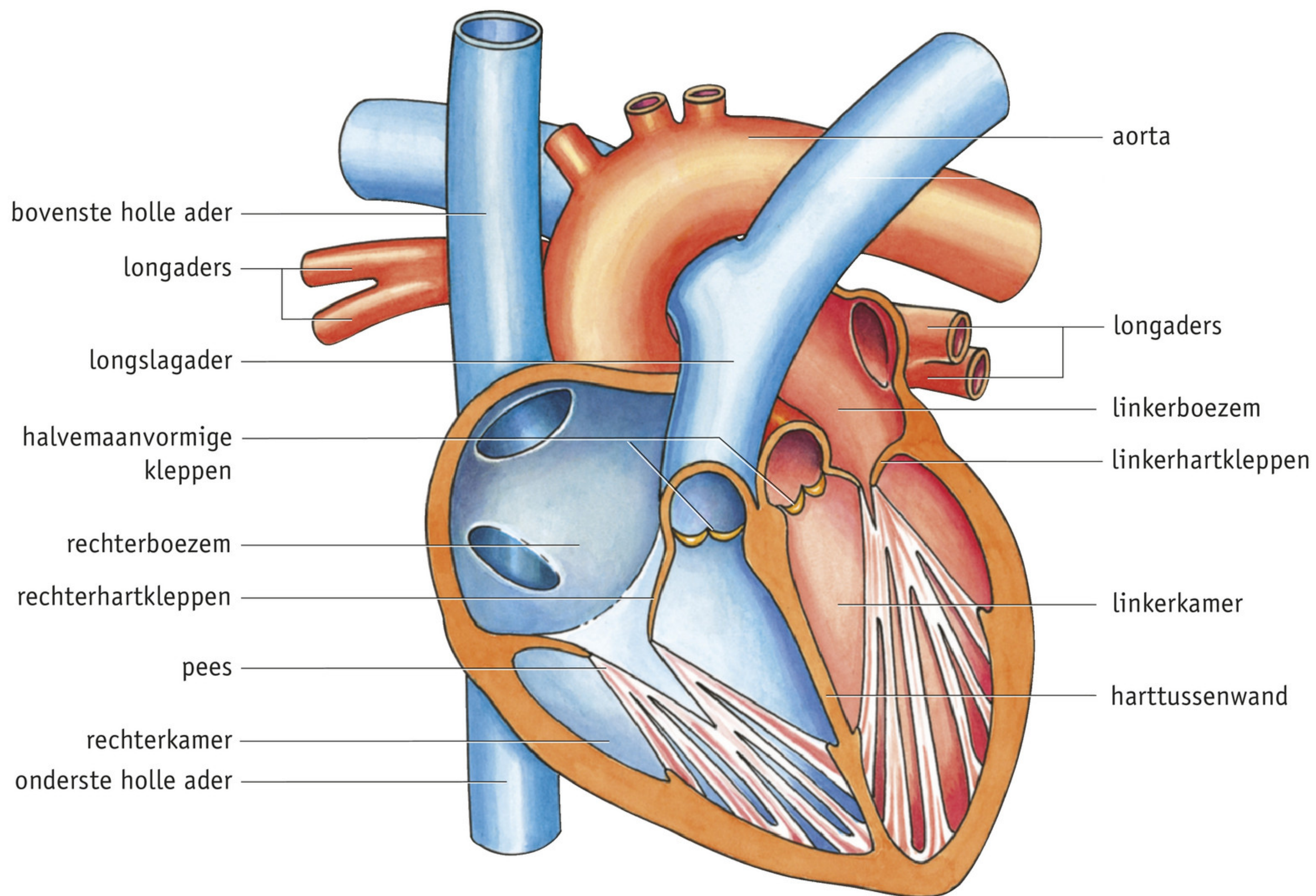


In afbeelding 18 zie je een schematische tekening van een lengtedoorsnede van het hart. De harttussenwand vormt de scheiding tussen de linkerhelft en de rechterhelft van het hart.

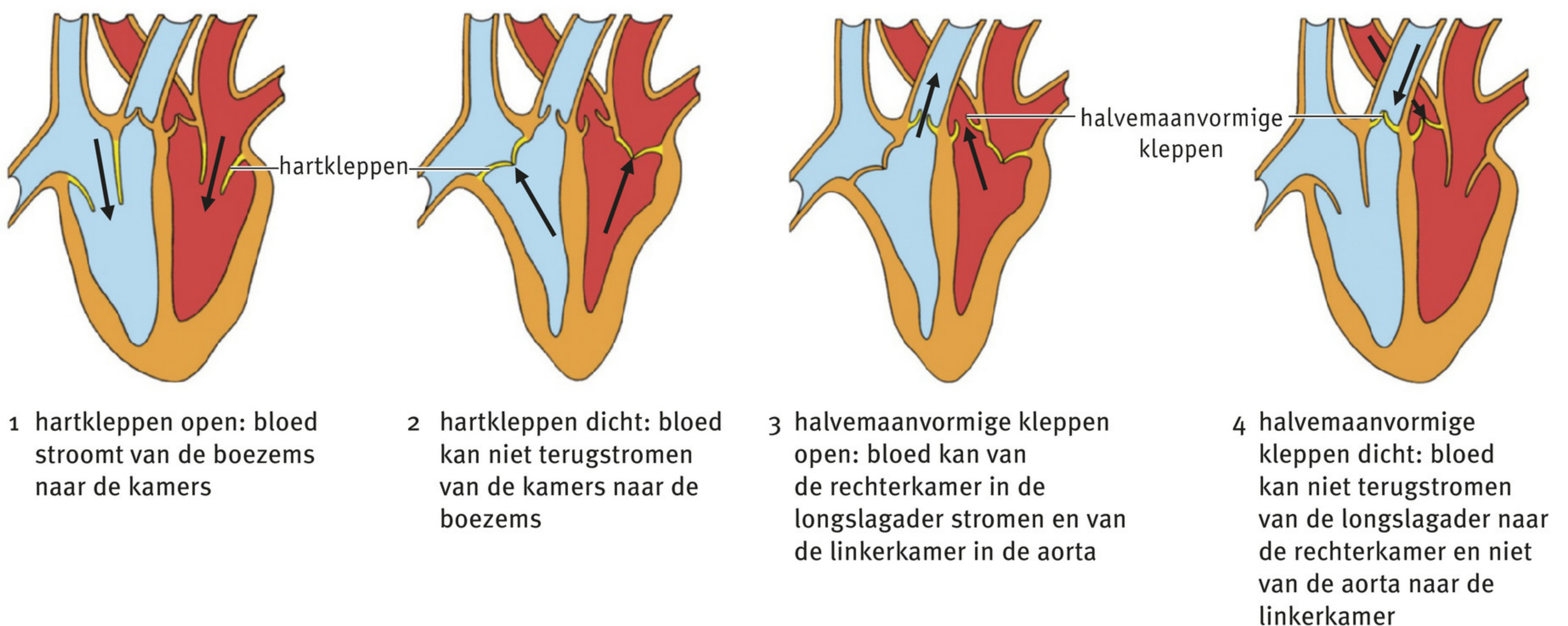
Het bloed dat van de organen in het lichaam wegstroomt, is zuurstofarm. Het bloed dat van de organen in het hoofd en de armen afkomt, stroomt het hart binnen via de **bovenste holle ader**. Het bloed dat van de organen in de romp en de benen afkomt, stroomt het hart binnen via de **onderste holle ader**. Beide holle aders monden uit in de **rechterboezem**. Van de rechterboezem stroomt het bloed naar de **rechterkamer**. De rechterkamer pompt het bloed in de **longslagader**. De longslagader splitst zich in twee bloedvaten: één naar elke long.

In de longen wordt het bloed zuurstofrijk. Dit bloed stroomt via de **longaders** terug naar het hart. De longaders monden uit in de **linkerboezem**. Van de linkerboezem stroomt het bloed naar de **linkerkamer**. De linkerkamer pompt het bloed in de **aorta**. Via aftakkingen van de aorta stroomt het bloed naar alle organen van het lichaam. Daar wordt het bloed zuurstofarm. Door de onderste en de bovenste holle ader stroomt het bloed weer terug naar het hart.

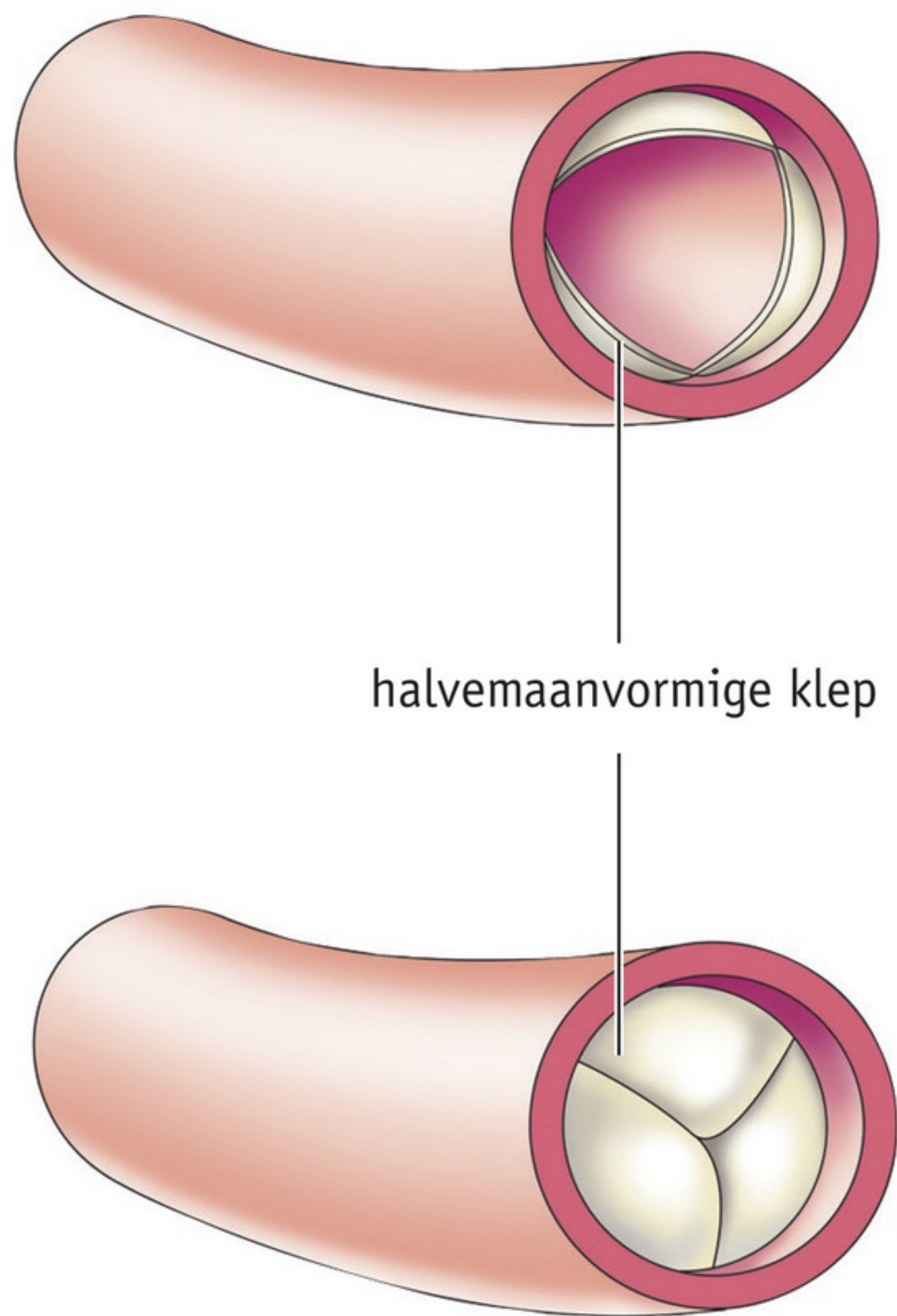
De linkerkamer moet krachtiger samentrekken dan de rechterkamer om het bloed naar alle delen van het lichaam te pompen. De rechterkamer pompt het bloed alleen naar de longen. Daardoor is de wand van de linkerkamer dikker dan de wand van de rechterkamer. De wanden van de boezems bevatten weinig spieren en zijn dunner dan de wanden van de kamers. Het echte pompwerk wordt door de beide kamers gedaan.

▼ **Afb. 18** Het hart (lengtedoorsnede).**KLEPPEN**

Boezems en kamers zijn van elkaar gescheiden door **hartkleppen**. Deze kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems als de kamers samentrekken (zie afbeelding 19.1 en 19.2).

▼ **Afb. 19** Hartkleppen en halvemaanvormige kleppen (schematisch).

▼ **Afb. 20** Halvemaanvormige kleppen in de aorta (schematisch).



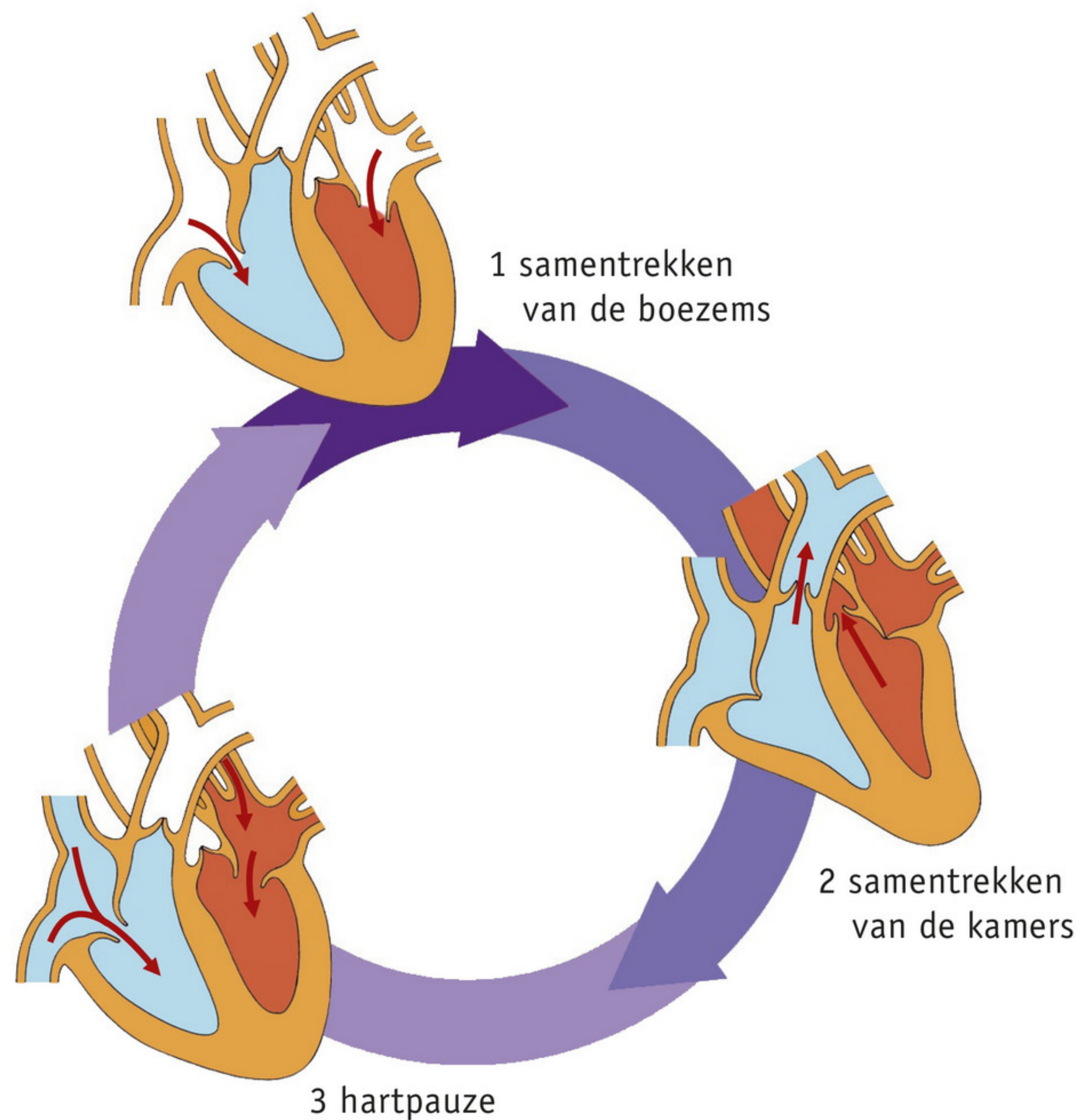
In afbeelding 18 zie je dat de hartkleppen met pezen zijn verbonden met de gespierde wand van de kamers. Hierdoor klappen de hartkleppen niet open naar de boezems.

Aan het begin van de longslagader en de aorta bevinden zich **halvemaanvormige kleppen** (zie afbeelding 20). Deze kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt van de longslagader en de aorta naar de kamers (zie afbeelding 19.3 en 19.4).

WERKING VAN HET HART

Het samentrekken van de hartspier noemen we een hartslag. Het hart van een volwassene trekt gemiddeld zeventig keer per minuut samen. Elektrische prikkels zorgen ervoor dat de boezems en kamers op tijd samentrekken. Een hartslag kun je verdelen in drie fasen. In afbeelding 21 zijn deze fasen schematisch weergegeven. Let op de stand van de hartkleppen en van de halvemaanvormige kleppen.

▼ **Afb. 21** Werking van het hart (schematisch).



De hartslag begint als de boezems zijn volgestroomd met bloed uit de holle aders en de longaders. De boezems trekken in beide harthelften gelijktijdig samen. Het bloed stroomt hierdoor de kamers in (zie afbeelding 21.1). De kamers zijn ontspannen.

Als de kamers zijn volgestroomd met bloed, trekken de beide kamers samen (zie afbeelding 21.2). De hartkleppen slaan dicht en verhinderen dat het bloed terugstroomt in de boezems. De druk in de kamers stijgt. Als de druk in de kamers hoger is geworden dan de druk in de longslagader en in de aorta, worden de halvemaanvormige kleppen opengeduwd. Het bloed wordt tegelijkertijd in de longslagader en in de aorta gepompt (zie afbeelding 21.2). Tijdens het samentrekken van de kamers zijn de boezems ontspannen.

Hierna vindt de hartpauze plaats. Zowel boezems als kamers zijn ontspannen. Het bloed stroomt uit de holle aders en de longaders in de boezems en gedeeltelijk al door in de kamers (zie afbeelding 21.3). De halvemaanvormige kleppen zijn gesloten. Daardoor kan het bloed uit de longslagader en de aorta niet terugstromen naar de kamers.

Er begint weer een nieuwe hartslag met het samentrekken van de boezems.

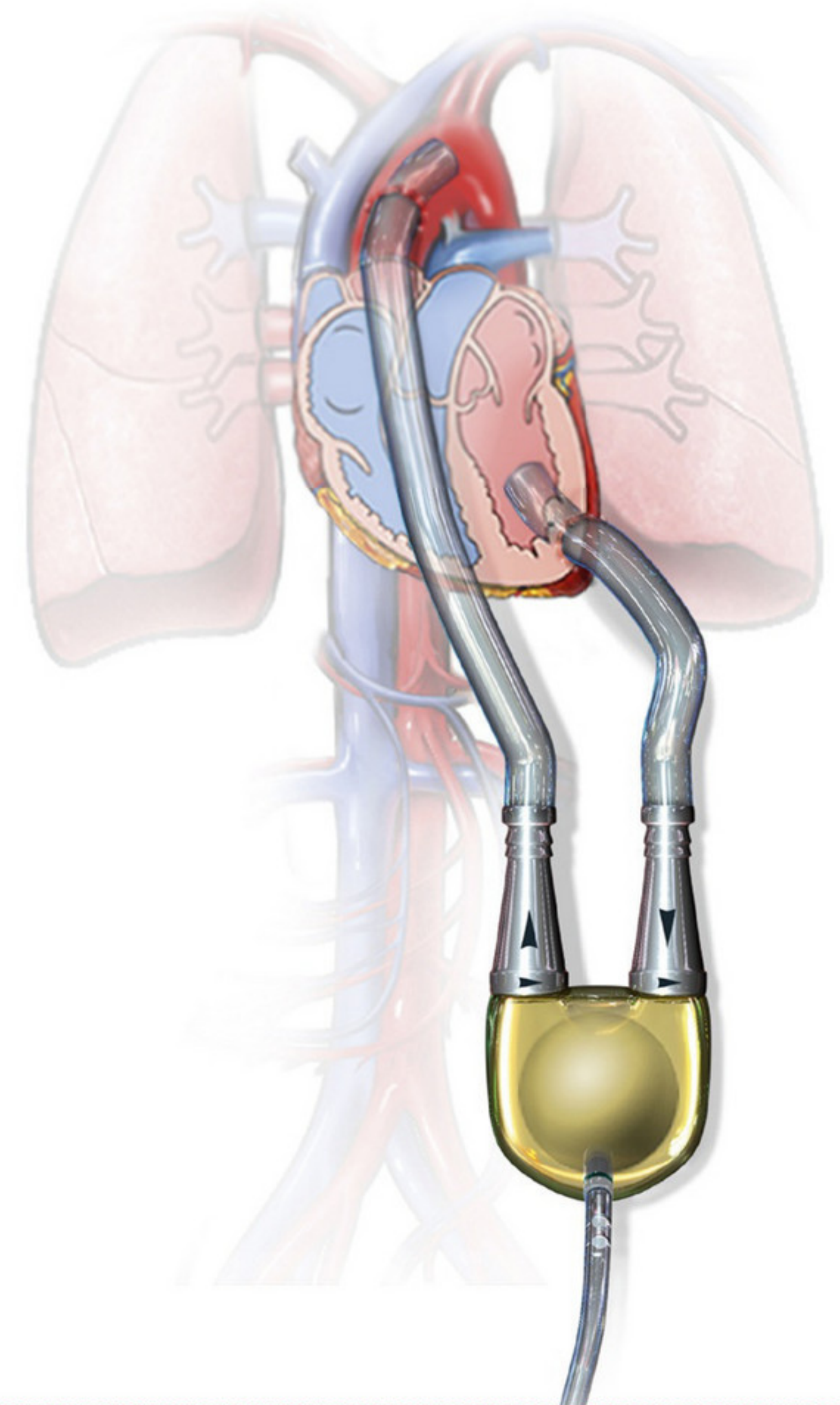
Mensen met een niet goed werkend hart kunnen een donorhart krijgen. Omdat het wachten op een donorhart lang kan duren, wordt bij ernstig zieke mensen een 'steunhart' geplaatst (zie afbeelding 22).

▼ Afb. 22

Gered door een steunhart

Marion kreeg zeven jaar geleden een steunhart. Dat is een mechanische pomp die in het lichaam wordt geplaatst en die de hartfunctie ondersteunt of overneemt. Ze zegt dat het op het nippertje was. 'Ik wachtte op een harttransplantatie en had nog één of twee dagen te leven. Zonder steunhart had ik het niet gered.'

Artsen dachten eerst dat een steunhart alleen tijdelijk kon worden gebruikt. Het zou alleen worden geplaatst bij mensen die wachten op een donorhart. Inmiddels is duidelijk dat een steunhart net zo goed werkt als een donorhart. Dat heeft Marions steunhart wel bewezen.



▼ Afb. 23 Luisteren naar de hartslag.



HARTTONEN

Een hartslag kun je horen. Dat komt doordat het dichtslaan van de kleppen geluid veroorzaakt. Een arts kan deze geluiden met een stethoscoop beluisteren (zie afbeelding 23). De geluiden die de arts dan hoort, worden harttonen genoemd.

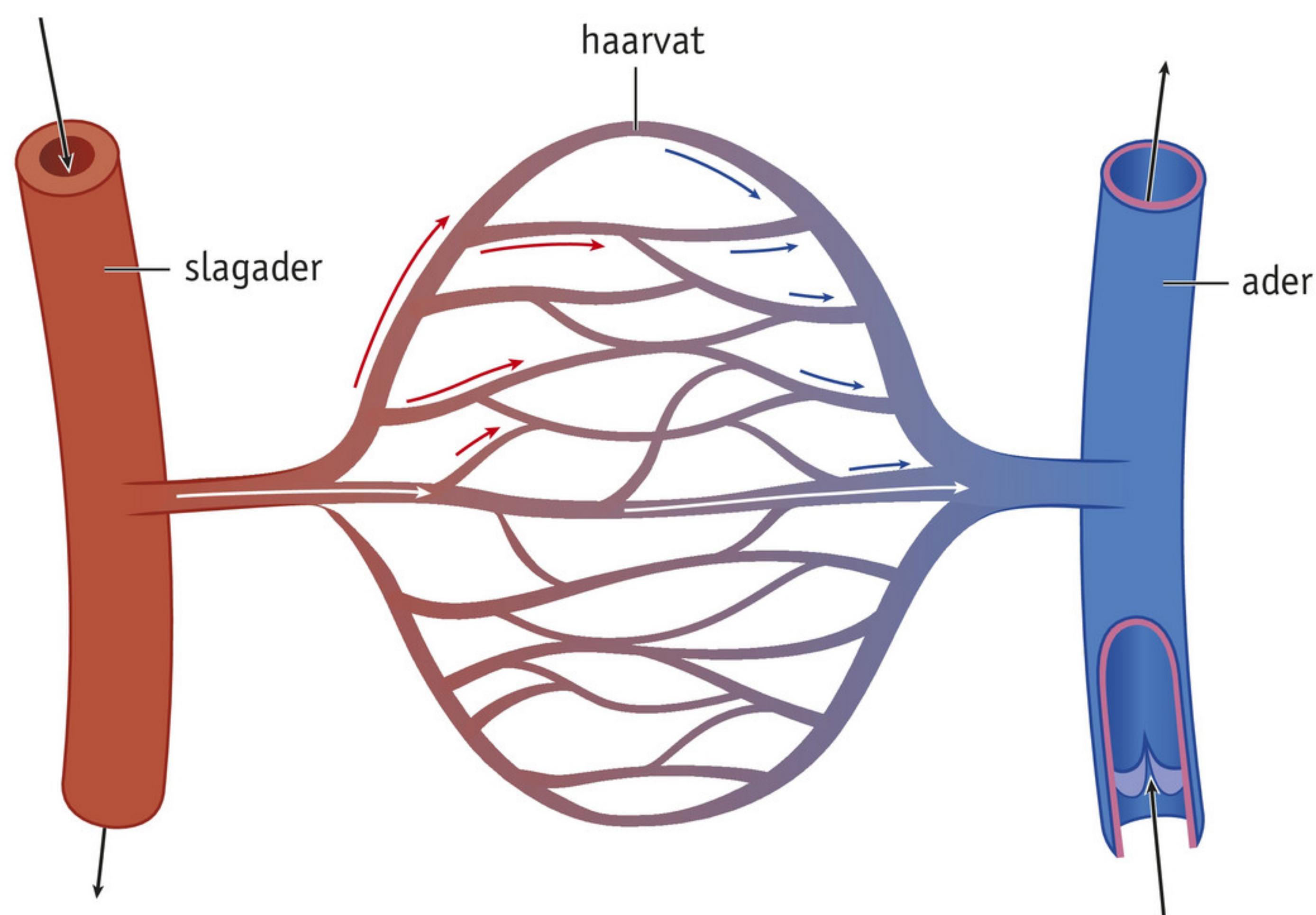
Bij elke hartslag zijn twee harttonen te horen. De eerste harttoon wordt veroorzaakt door het dichtslaan van de hartkleppen. De tweede harttoon wordt veroorzaakt door het dichtslaan van de halvemaanvormige kleppen.

WB OPDRACHT 9 T/M 19 BLZ. 100

3 De bloedvaten

Er zijn drie typen bloedvaten: slagaders, haarvaten en aders (zie afbeelding 24).

► **Afb. 24** Slagader – haarvaten – ader (schematisch).



▼ **Afb. 25** Bloedvaten in een hand.



SLAGADERS

Het hart pompt het bloed in **slagaders**. Door de slagaders stroomt het bloed weg van het hart, naar de organen toe. De hartkamers pompen het bloed met kracht weg. De **bloeddruk** is de kracht waarmee het bloed tegen de wanden van de bloedvaten drukt. De bloeddruk in de slagaders is hoog. De wanden van de slagaders zijn dan ook dik, stevig en elastisch.

Als het hart bloed in de slagaders perst, zetten de slagaders door de elastische wand uit en veren daarna weer terug. Het uitzetten en terugveren van de wand van slagaders kun je voelen op plaatsen waar de slagaders minder diep in het lichaam liggen, bijvoorbeeld in je polsen (de polsslag). De meeste slagaders liggen dieper in het lichaam. Daardoor worden ze niet zo gauw beschadigd.

De slagaders vertakken zich steeds verder in de weefsels tot dunnere bloedvaten (zie afbeelding 25).

HAARVATEN

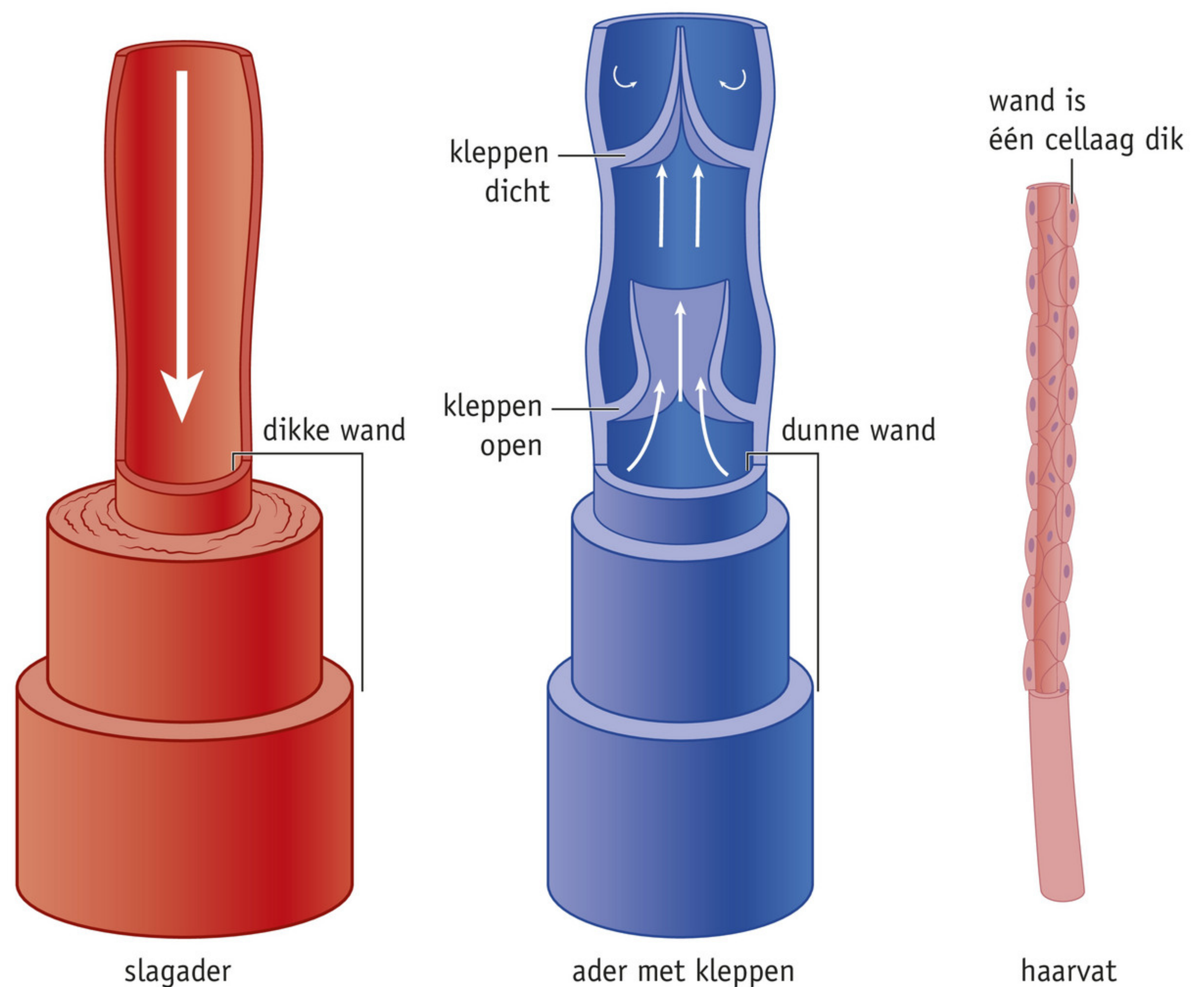
De slagaders vertakken zich in steeds dunnere bloedvaatjes. Ook de wand van de bloedvaten wordt steeds dunner. Als de wand van de bloedvaten nog slechts één cellaag dik is, spreken we van **haarvaten**. De haarvaten in een orgaan vormen samen een haarvatennet.

In de haarvaten neemt de bloeddruk sterk af. In de haarvaten vindt de uitwisseling van zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen plaats. Door de dunne wand van de haarvaten kan vocht met zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) de haarvaten verlaten naar de cellen toe. De cellen verbruiken zuurstof en voedingsstoffen bij de verbranding. Daarbij komen koolstofdioxide en andere afvalstoffen vrij. Vocht met koolstofdioxide en andere afvalstoffen kan weer door de dunne wand in de haarvaten terechtkomen.

ADERS

De haarvaten komen samen in grotere bloedvaten: de aders. Door de **aders** stroomt het bloed van de organen weg, terug naar het hart. De bloeddruk in de aders is laag. De wanden van de aders zijn dunner en minder elastisch dan die van de slagaders (zie afbeelding 26).

► **Afb. 26** De bouw van een slagader, een ader en een haarvat (schematisch).



In de aders is geen hartslag meer merkbaar. De aders liggen meestal minder diep in het lichaam. Je kunt ze in je handen zien liggen als blauwige strepen (zie afbeelding 27).

▼ **Afb. 27** Aders in de hand.



Het hart zuigt het bloed uit de aders terug. Veel aders bevatten **kleppen**, vooral de aders in armen en benen. De aderkleppen laten het bloed slechts in één richting door (zie afbeelding 26). Hierdoor helpen de kleppen mee het bloed terug te voeren naar het hart. Ze voorkomen dat het bloed terugstroomt naar de organen.

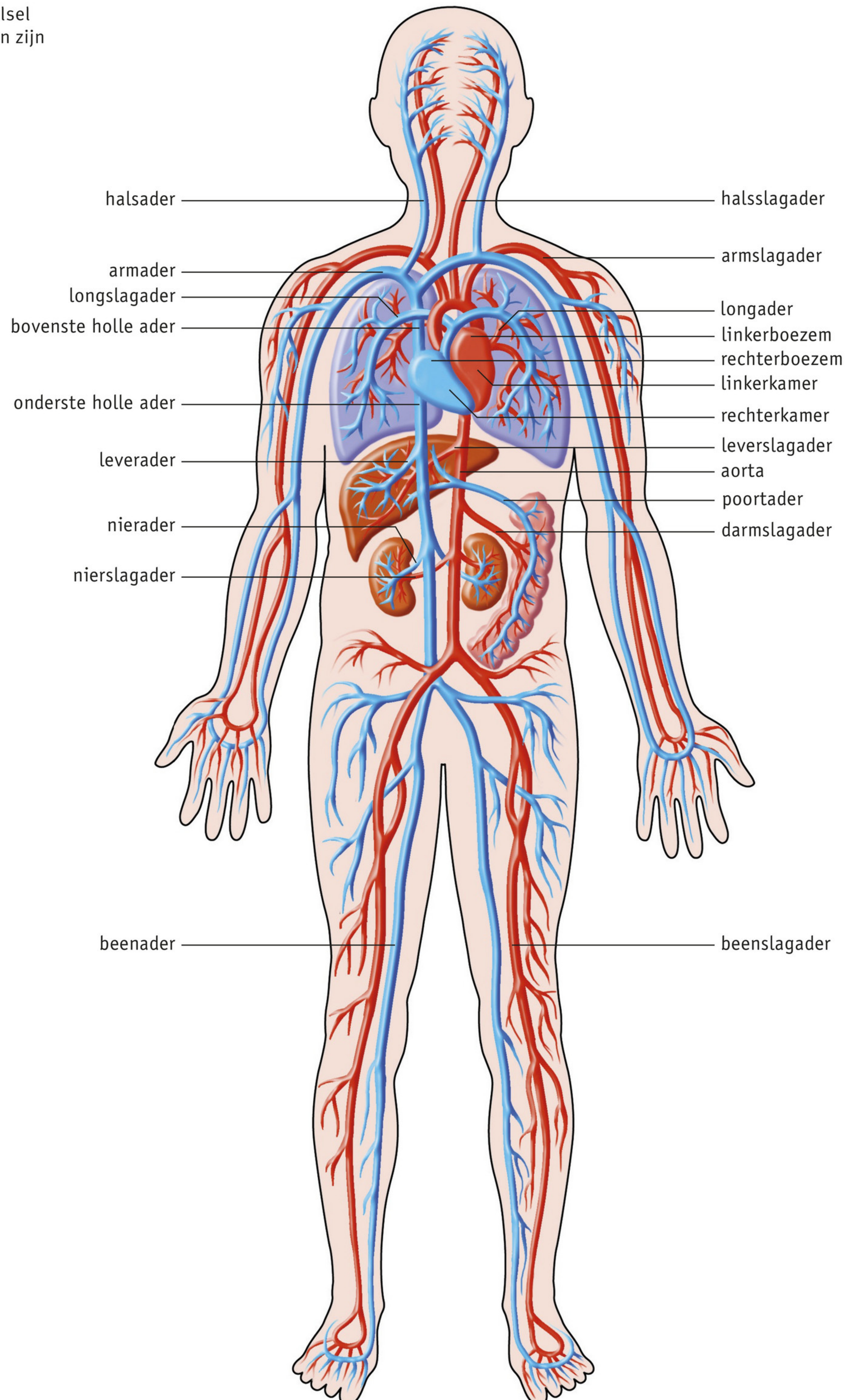
In de slagaders komen geen kleppen voor, behalve de halvemaanvormige kleppen aan het begin van de longslagader en van de aorta.

WB PRACTICUM 2 EN 3 BLZ. 129

HET BLOEDVATENSTELSEL

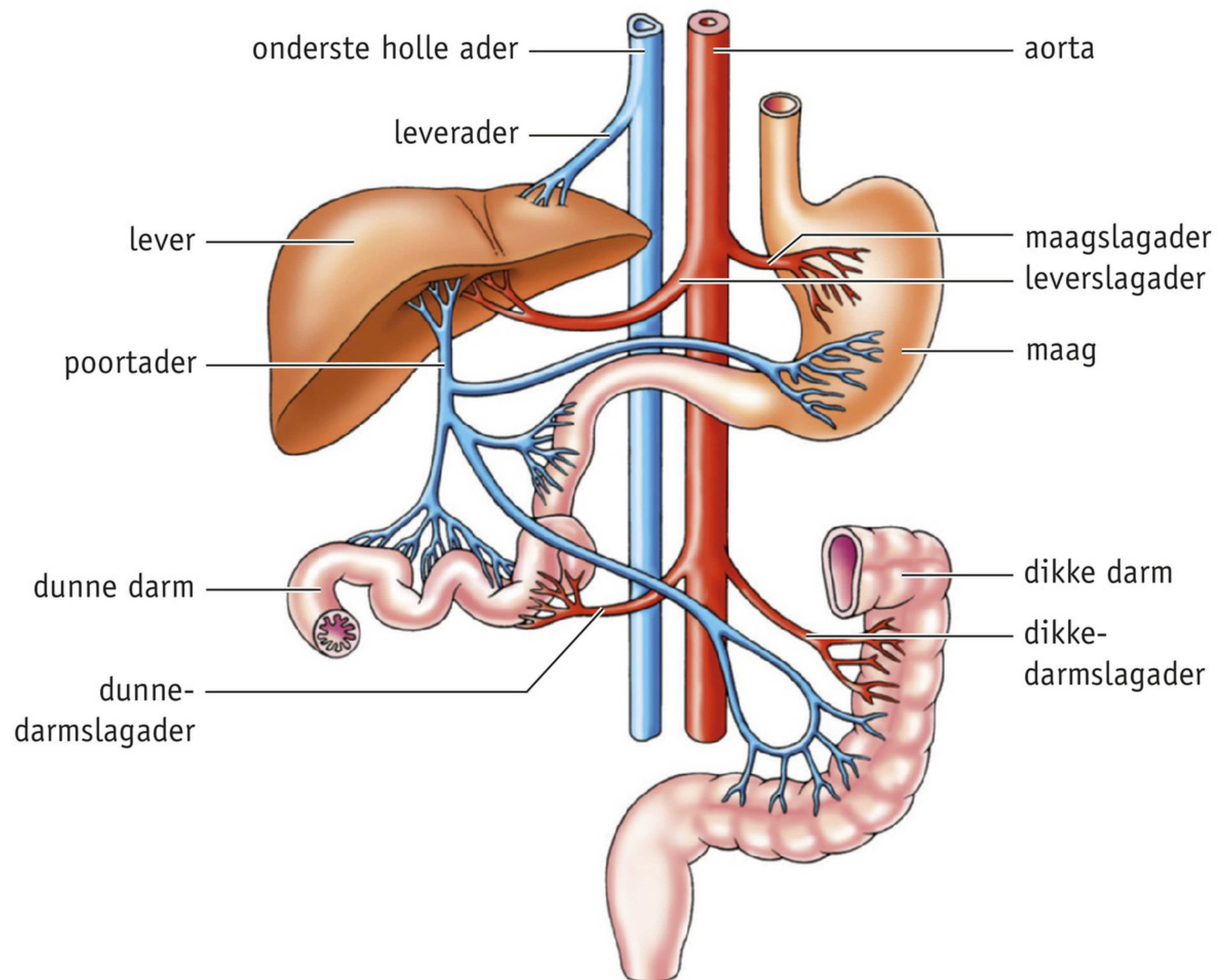
Alle bloedvaten in je lichaam vormen samen het bloedvatensysteem. In afbeelding 28 zijn de belangrijkste bloedvaten van het bloedvatensysteem getekend. De haarvaten zijn weggelaten. De rood gekleurde bloedvaten in de afbeelding bevatten zuurstofrijk bloed; de blauw gekleurde bloedvaten bevatten zuurstofarm bloed.

► **Afb. 28** Het bloedvatstelsel (schematisch); de haarvaten zijn weggelaten.



Slagaders en aders hebben in het algemeen de naam van het orgaan waar ze naartoe of vanaf lopen. Door de beenslagaders bijvoorbeeld stroomt bloed naar de benen toe; door de beenaders stroomt bloed uit de benen weg. Een uitzondering is de ader die het bloed afvoert uit een groot deel van het darmkanaal: de **poortader**. Via de poortader gaat het bloed naar de lever (zie afbeelding 29). Dit bloed is zuurstofarm: in het darmkanaal is zuurstof verbruikt voor de verbranding. De lever ontvangt zuurstofrijk bloed via de **leverslagader**.

► **Afb. 29** De poortader met vertakkingen (schematisch); de haarvaten zijn weggelaten.



In de dunne darm worden voedingsstoffen opgenomen in het bloed. De samenstelling van het bloed in de poortader kan hierdoor sterk wisselen. Na een koolhydraatrijke maaltijd bijvoorbeeld bevat het bloed in de poortader veel glucose. De lever speelt een belangrijke rol bij het constant houden van het glucosegehalte van het bloed (de bloedsuikerspiegel). Als het bloed in de poortader veel glucose bevat, wordt het teveel aan glucose in de lever omgezet in glycogeen. Dit glycogeen wordt in de lever opgeslagen.

Het bloed stroomt uit de lever weg via de **leverader**. De leverader mondt uit in de onderste holle ader (zie afbeelding 28). In de onderste holle ader monden ook de aders van een aantal andere organen uit. In alle organen vindt verbranding van glucose plaats. Het bloed dat uit een orgaan wegstroomt, heeft daardoor een lager glucosegehalte dan het bloed dat naar een orgaan toestroomt. Als het glucosegehalte van het bloed te laag dreigt te worden (bijvoorbeeld na een periode zonder maaltijd), wordt in de lever glycogeen weer omgezet in glucose. Deze glucose wordt aan het bloed afgegeven in de leverader. Hierdoor heeft het bloed in de leverader gemiddeld een hoger glucosegehalte dan het bloed in de andere aders.

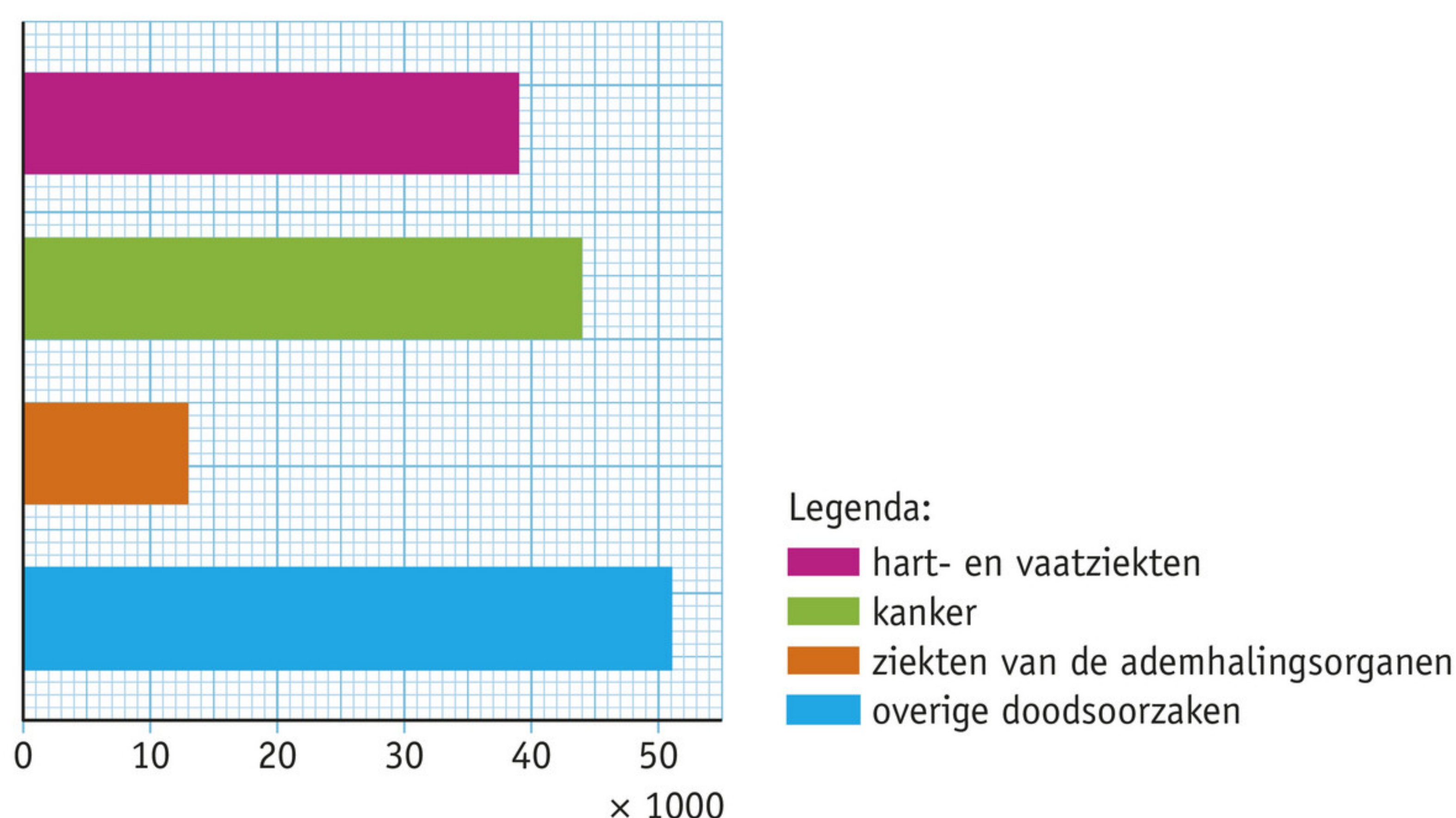
4

Hart- en vaatziekten

Natuurlijk kan je hart niet echt breken van (liefdes)verdriet, maar je kunt wel last krijgen van je hart of bloedvaten.

Door een ongezonde leefwijze hebben mensen een flink risico om ziek te worden of te overlijden aan een hart- of vaatziekte. Hart- en vaatziekten zijn in Nederland een belangrijke doodsoorzaak (zie afbeelding 30). Elke dag overlijden er in Nederland meer dan honderd mensen aan hart- en vaatziekten.

► **Afb. 30** Doodsoorzaken in Nederland per jaar (2015).



▼ **Afb. 31** Bloeddrukmeting.



HOGE EN LAGE BLOEDDRUK

Het hart pompt onafgebroken bloed door je bloedvaten. Sommige mensen krijgen klachten doordat hun bloeddruk te laag of te hoog is. Een arts meet de bloeddruk bij een armslagader (zie afbeelding 31).

Een **lage bloeddruk** komt niet vaak voor en veroorzaakt vaak geen klachten. Mensen met lage bloeddruk hebben last van duizeligheid, vooral direct na het opstaan uit een liggende of zittende houding, en kunnen zelfs flauwvallen. Ook vermoeidheid kan een gevolg zijn van een te lage bloeddruk.

Een te **hoge bloeddruk** komt vaker voor. Ook een hoge bloeddruk veroorzaakt vaak geen klachten, maar door de te hoge druk kunnen bloedvaten en organen beschadigd raken.

WB PRACTICUM 4 BLZ. 131

SLAGADERVERKALKING

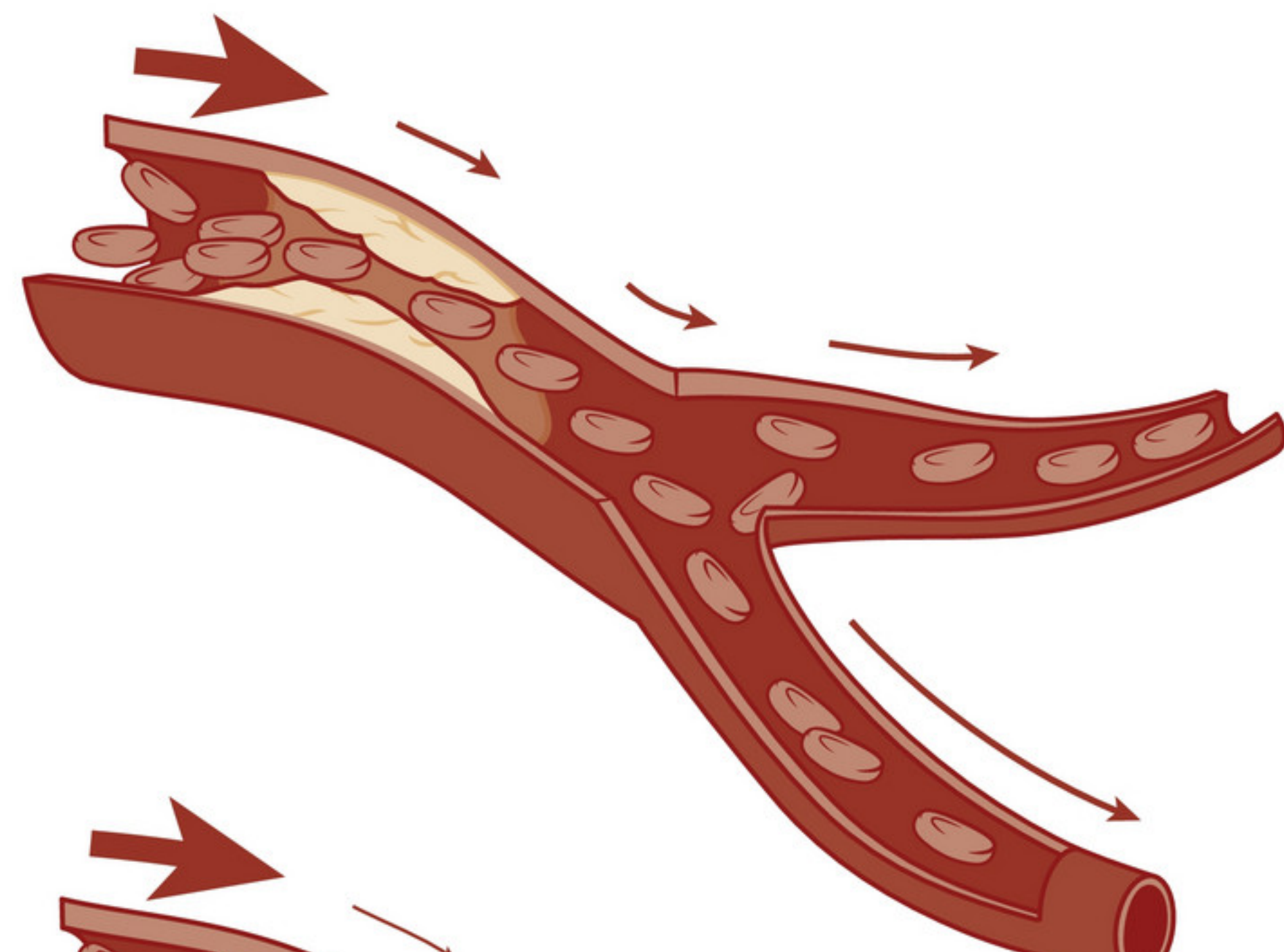
Slagaderverkalking of atherosclerose is een langzaam proces waarbij vernauwingen in de slagaders ontstaan. In de loop der jaren ontstaan er voortdurend kleine beschadigingen aan de wanden van de bloedvaten. Oorzaken voor deze beschadigingen zijn onder andere hoge bloeddruk, stress en roken. Het lichaam probeert deze beschadigingen met behulp van witte bloedcellen te herstellen. De witte bloedcellen dringen de vaatwand binnen. Ook cholesterol, een vetachtige stof, kan in de vaatwand terechtkomen. De cholesterol wordt door de witte bloedcellen opgenomen. Doordat er continu cholesterol en witte bloedcellen worden aangevoerd, kan een verdikking ontstaan aan de binnenkant van de slagader. Zo'n verdikking

wordt een plaque genoemd. Hierdoor wordt een bloedvat steeds nauwer (zie afbeelding 32.1). In de plaque bevindt zich in een later stadium ook kalk, vandaar de naam 'slagaderverkalking'. Bloedvaten met verkalkte plaques worden minder elastisch.

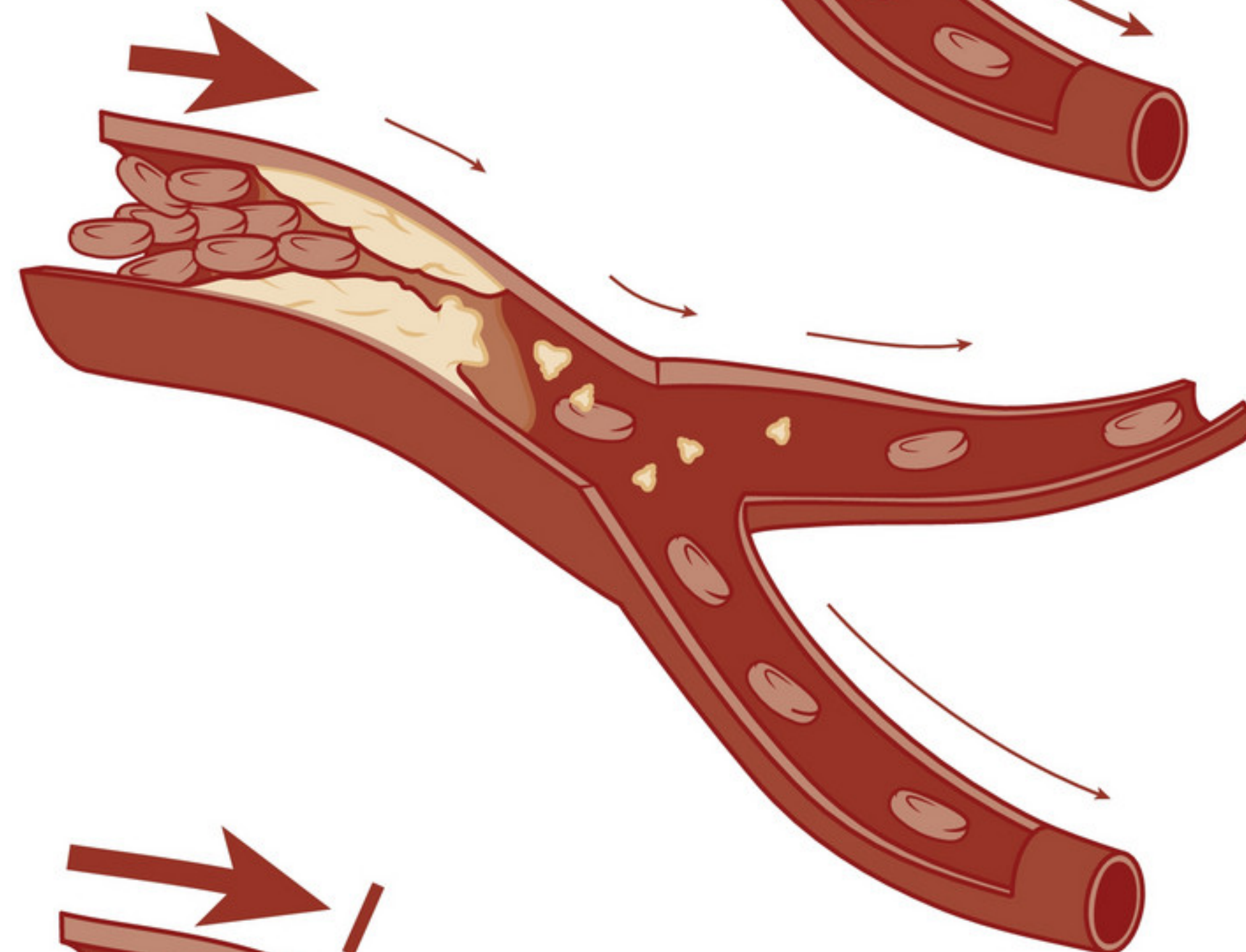
Als een bloedvat is vernauwd, krijgen organen minder zuurstof en ontstaan er klachten. Meestal wordt een plaque niet zo groot dat een slagader volledig wordt afgesloten. Veel vaker scheurt de plaque, waarbij de inhoud in het bloed komt (zie afbeelding 32.2). Hierdoor ontstaat een bloedstolsel dat de slagader geheel of gedeeltelijk kan afsluiten (zie afbeelding 32.3). Het bloedstolsel kan ook afbreken, met de bloedstroom op een andere plaats komen en daar een bloedvat afsluiten. Het weefsel achter de afsluiting krijgt dan geen zuurstof meer en sterft af.

► **Afb. 32** Vorming van een plaque in een slagader.

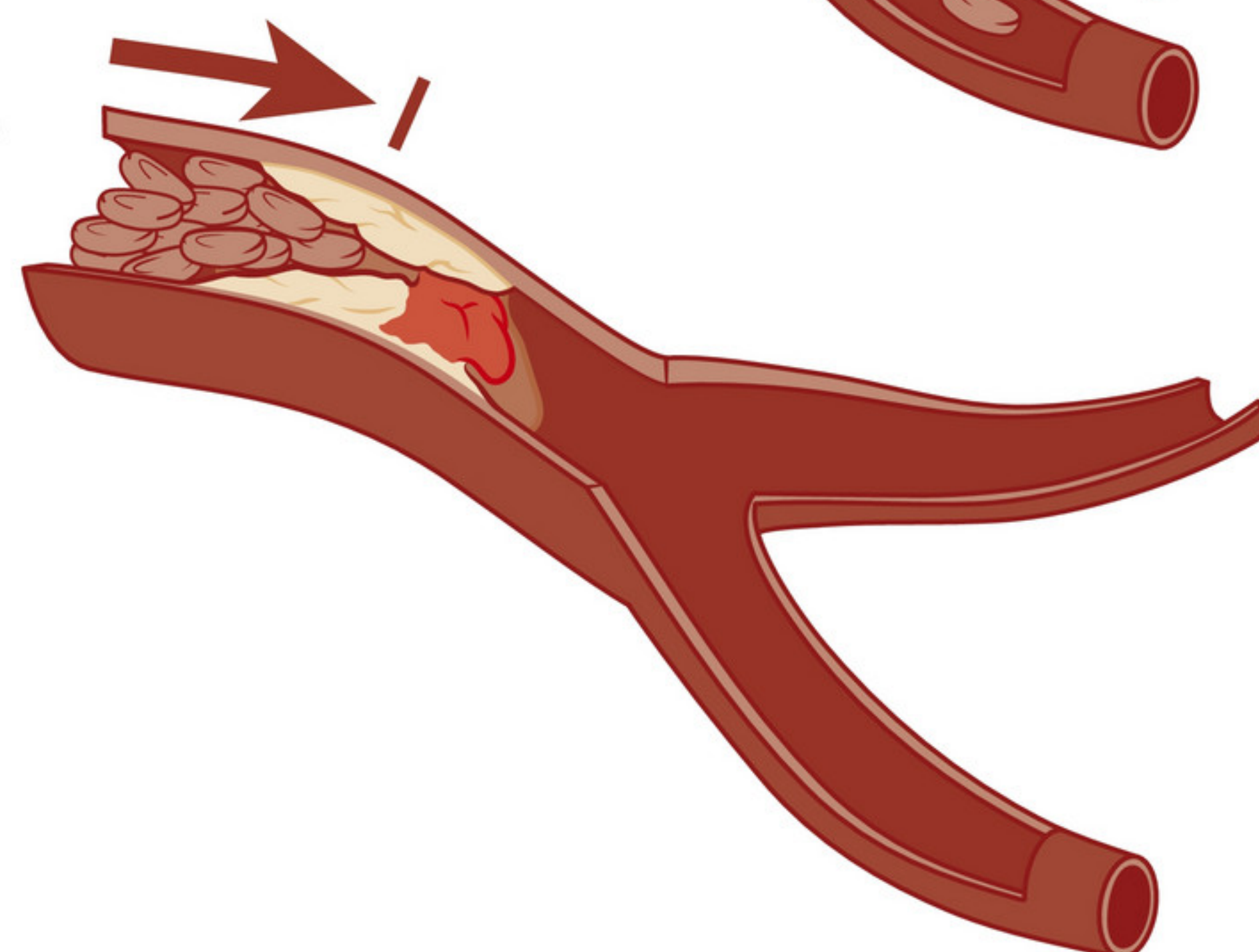
1 een plaque



2 de plaque scheurt en de inhoud komt vrij in het bloedvat



3 een bloedprop wordt gevormd die de bloedstroom blokkeert

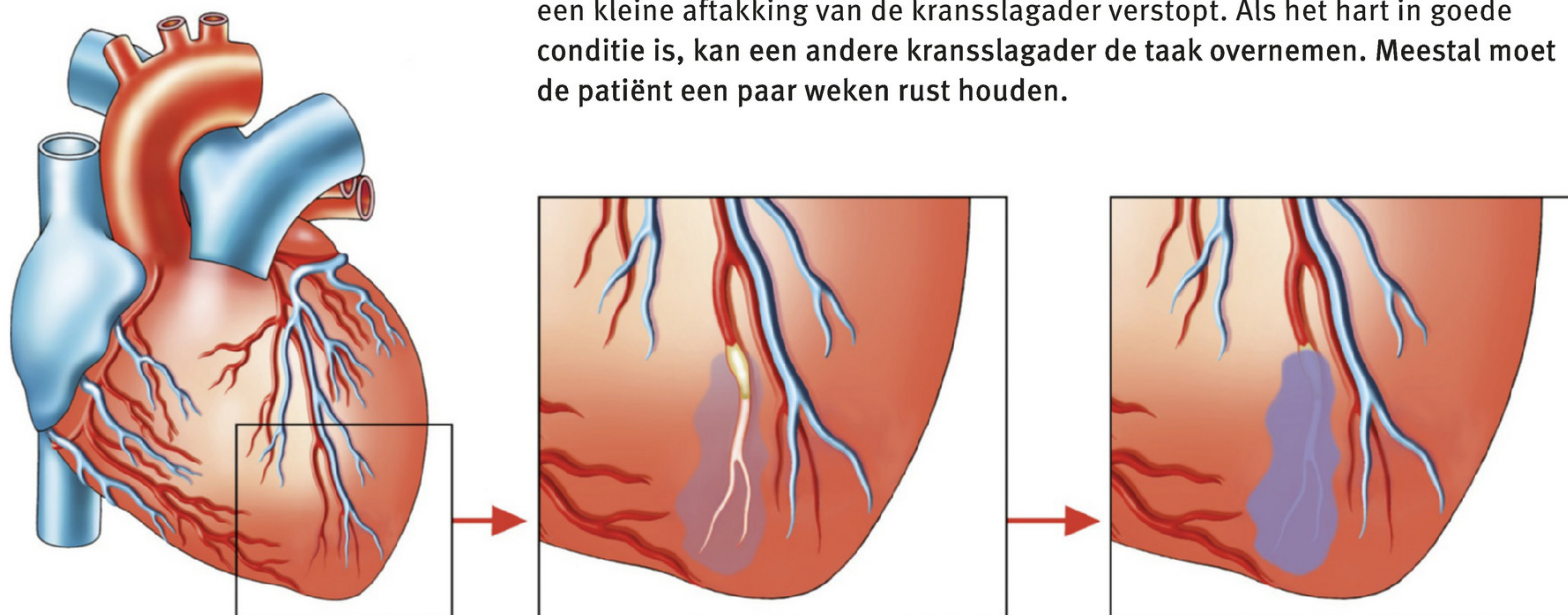


De kans om slagaderverkalking te krijgen, is groter voor mensen die er een erfelijke aanleg voor hebben. Een ongezonde leefstijl geeft ook meer risico. Te veel cholesterol of glucose in het bloed is slecht voor de aders. Door te roken komt nicotine in het bloed. Nicotine beschadigt de vaatwand. Bovendien verhoogt roken de bloeddruk. Ook overgewicht, te weinig lichaamsbeweging en stress verhogen de kans op slagaderverkalking.

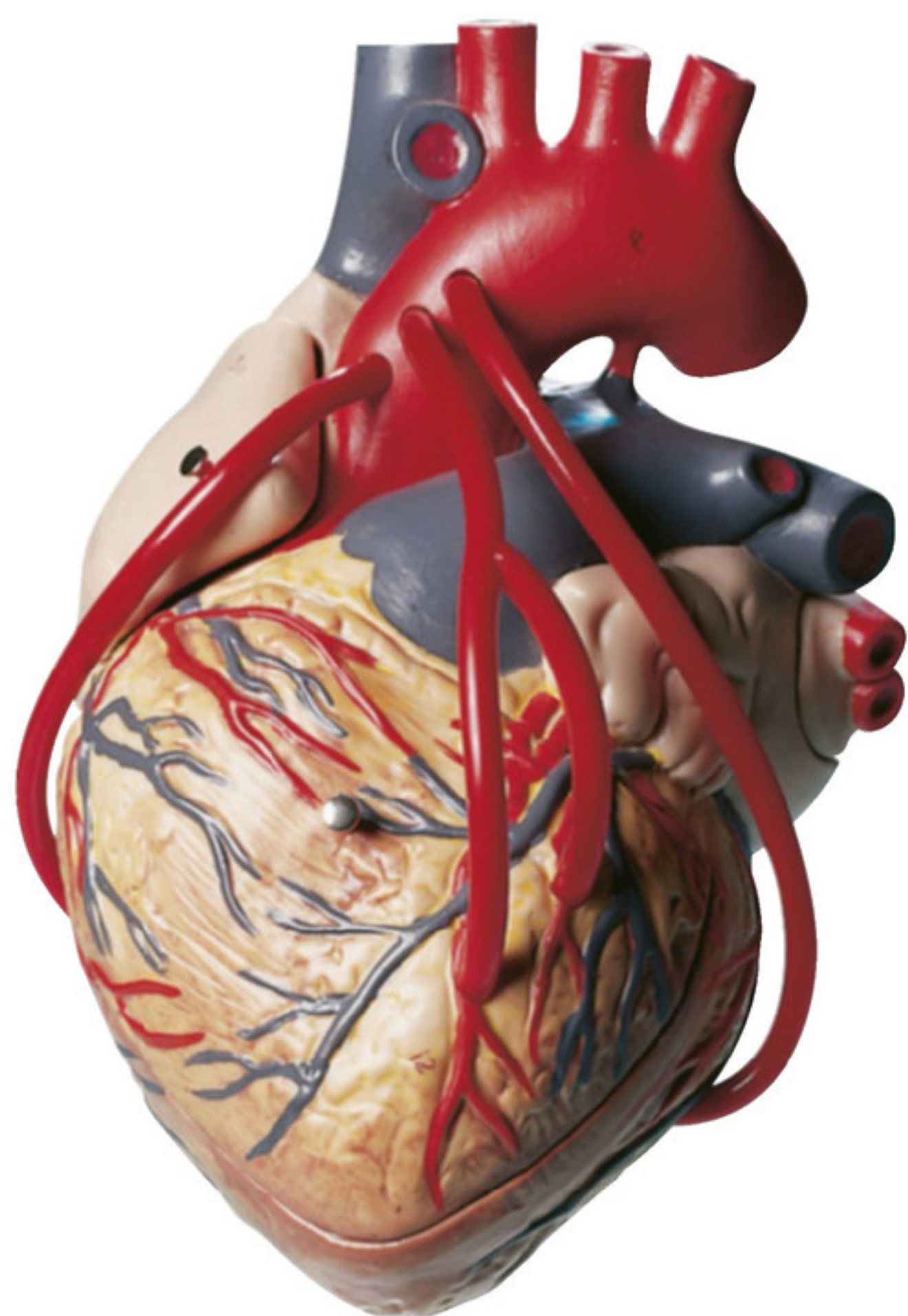
HARTINFARCT EN BEROERTE

Als een deel van de hartspier door slagaderverkalking geen zuurstof meer krijgt, kan dit deel afsterven. We noemen dat een **hartinfarct** (**hartaanval**). Hoe gevaarlijk een hartinfarct is, hangt af van de grootte van het deel van de hartspier dat geen zuurstof krijgt en afsterft (zie afbeelding 33). Als dit deel groot is, is een hartinfarct dodelijk doordat het hart niet meer kan samentrekken. De meeste hartpatiënten krijgen echter niet meteen een ernstig hartinfarct. Ze krijgen eerst klachten, zoals pijn op de borst. Dan raakt een kleine aftakking van de kransslagader verstopt. Als het hart in goede conditie is, kan een andere kransslagader de taak overnemen. Meestal moet de patiënt een paar weken rust houden.

▼ Afb. 33 Een hartinfarct.



▼ Afb. 34 Hartmodel met bypasses.



Als een kransslagader is vernauwd, kan een hartchirurg een bypassoperatie uitvoeren. Hierbij wordt een omleiding (bypass) aangelegd om het vernauwde deel van de kransslagader heen (zie afbeelding 34). Voor deze omleiding wordt een beenader of een borstslagader van de patiënt gebruikt.

Bij een beroerte krijgt een deel van de hersenen geen zuurstof en voedingsstoffen meer. Door een verstopping in een bloedvat van de hersenen (herseninfarct) of een kapot bloedvat in de hersenen (hersenbloeding) kan een deel van de hersenen afsterven.

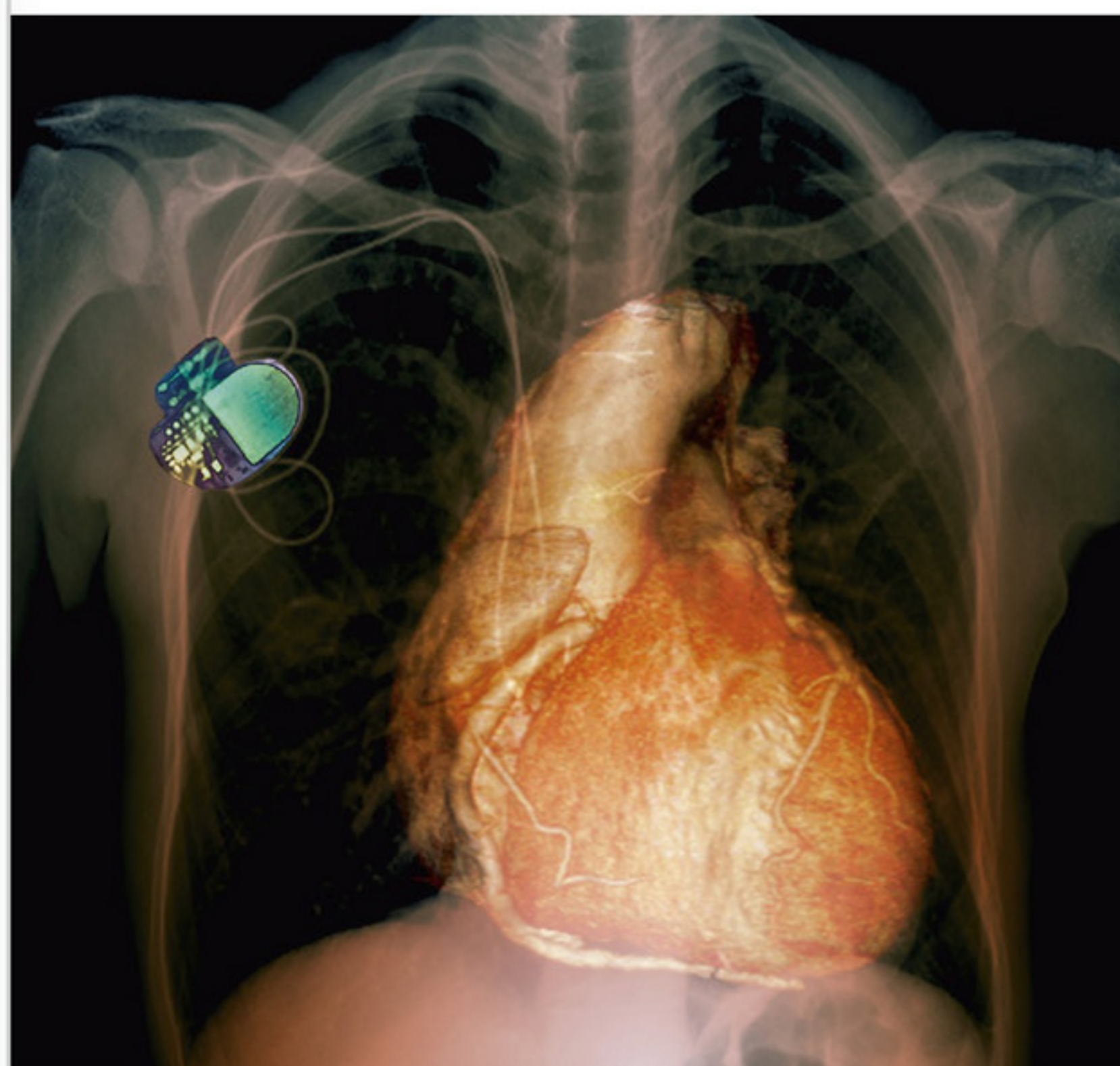
HARTRITMESTOORNISSEN

De snelheid waarmee het hart samentrekt, noemen we het **hartritme** (of de **hartslagfrequentie**). Het hartritme is afhankelijk van de lichaamsgrootte. Bij pasgeboren baby's slaat het hart gemiddeld ongeveer honderddertig keer per minuut, bij volwassenen in rust ongeveer zeventig keer per minuut.

De impulsen die het samentrekken van het hartspierweefsel veroorzaken, ontstaan in het hart zelf. Ze kunnen echter worden beïnvloed door het zenuwstelsel en door hormonen. Bij sterke inspanning bijvoorbeeld gaat je hart sneller kloppen. Ook als je ergens van schrikt, kwaad of angstig bent, kan je hartslag sneller worden. In deel 3 heb je geleerd dat in deze situaties het hormoon adrenaline wordt afgegeven aan het bloed. Onder invloed van adrenaline wordt je hartritme tijdelijk verhoogd. Na een tijdje klopt je hart weer normaal.

Ons hart werkt op elektriciteit. Impulsen zorgen ervoor dat de boezems en de kamers op tijd samentrekken.

▼ Afb. 35 Een pacemaker.



Een **hartritmestoornis** is een langdurige verstoring van het normale hartritme. De hartslag kan te hoog, te laag of onregelmatig zijn. Meestal wordt dit veroorzaakt door storingen die optreden bij het ontstaan en verspreiden van impulsen in het hart. Een gevolg kan zijn dat slechts een gedeelte van de hartspier samentrekt. De bloedstroom wordt dan onregelmatig en kan soms zelfs tot stilstand komen.

Veel patiënten met hartritmestoornissen krijgen een pacemaker in het lichaam (zie afbeelding 35). Een pacemaker is een apparaatje dat elektrische prikkels afgeeft aan de hartspier. Hierdoor wordt het hartritme weer normaal. Hartritmestoornissen kunnen aangeboren zijn of het gevolg zijn van ouderdom, stress of hoge bloeddruk. Ook het drinken van veel alcohol in korte tijd, het 'binge drinken', kan een hartritmestoornis veroorzaken.

HART- EN VAATZIEKTEN VOORKOMEN

Bij de kans op hart- en vaatziekten spelen erfelijke factoren en de leefstijl een rol. Sommige mensen hebben bijvoorbeeld door erfelijke factoren een te hoog cholesterolgehalte of een te hoge bloeddruk. Aan deze oorzaak kun je niets doen. Wel kunnen deze personen medicijnen nemen om het cholesterolgehalte of de bloeddruk omlaag te brengen. Aan de andere oorzaak van hart- en vaatziekten, de leefstijl, kun je wel zelf wat doen (zie afbeelding 36).

Door gezond te eten verlaag je de kans op hart- en vaatziekten. Onverzadigde vetten, zoals olie, halvarine, noten en vette vis, houden het cholesterolgehalte in het bloed laag. Het is verstandig om weinig zout te eten en weinig alcohol te drinken, zodat de bloeddruk niet te hoog wordt.

WB OPDRACHT 30 T/M 38 BLZ. 116

▼ Afb. 36

Vitaminen houden hart en bloedvaten gezond

Met gezonde voeding kun je de kans op hart- en vaatziekten verlagen. Onderzoekers hebben ontdekt dat 40% van de Nederlanders een vitamine K-tekort heeft. Dit heeft tot gevolg dat de elasticiteit van de bloedvaten vermindert. Ook kunnen de bloedvaten en hartkleppen verkalken.

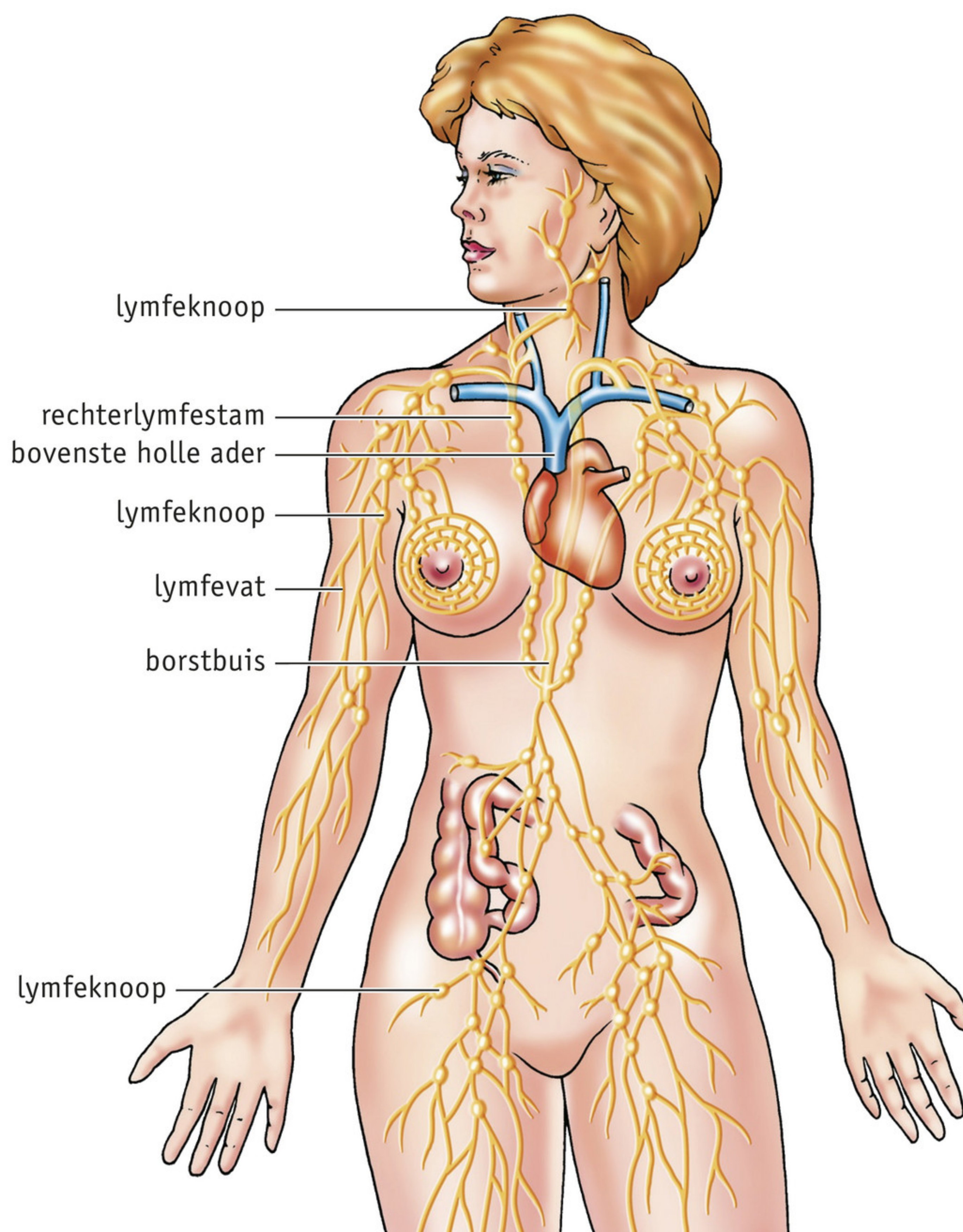
Volgens een wetenschapper lopen deze mensen een behoorlijk risico: 'Het tekort aan vitamine K is net zo schadelijk als het roken van twee pakjes sigaretten per dag.' Het is een onnodig risico, want door goede voeding kun je ervoor zorgen dat je genoeg vitamine K binnenkrijgt. Voedingsmiddelen met veel vitamine K zijn kaas, kwark en groene groenten, zoals broccoli en boerenkool.



5 Weefselvloeistof en lymfe

Naast het bloedvatenstelsel is er nog een tweede vatenstelsel aanwezig in je lichaam: het **lymfevatenstelsel**. Dit stelsel bestaat uit lymfevaten en lymfeknopen (zie afbeelding 37). Het lymfevatenstelsel heeft twee functies: de afvoer van vocht met afvalstoffen en de afweer tegen ziekteverwekkers.

► **Afb. 37** Het lymfevatenstelsel (schematisch).

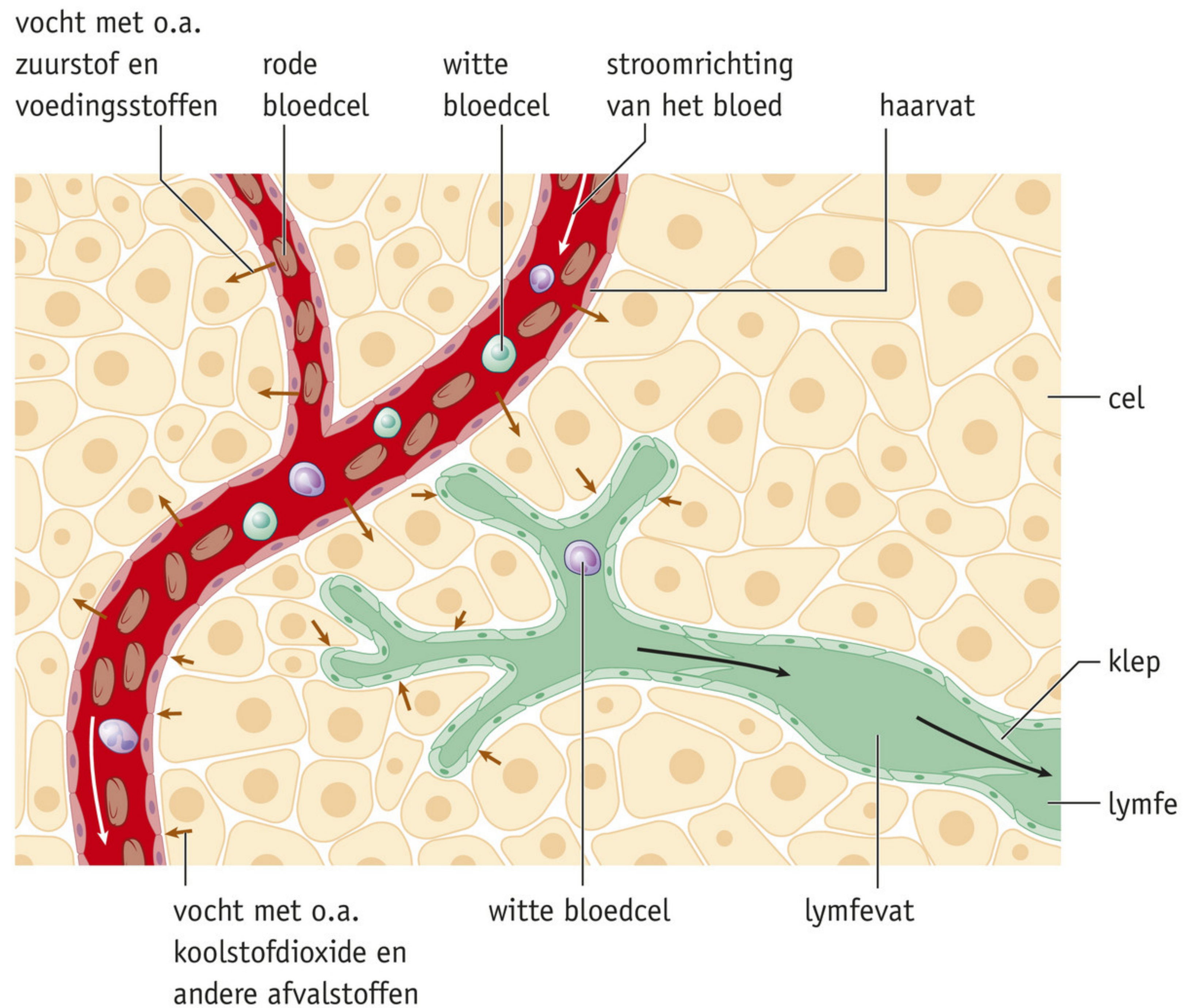


AFVOER VAN WEEFSELVLOEISTOF

Je hebt geleerd dat de wand van de haarvaten slechts één cellaag dik is. Witte bloedcellen en vocht kunnen door de wand van de haarvaten heen. Dit gebeurt vooral in de grote bloedsomloop.

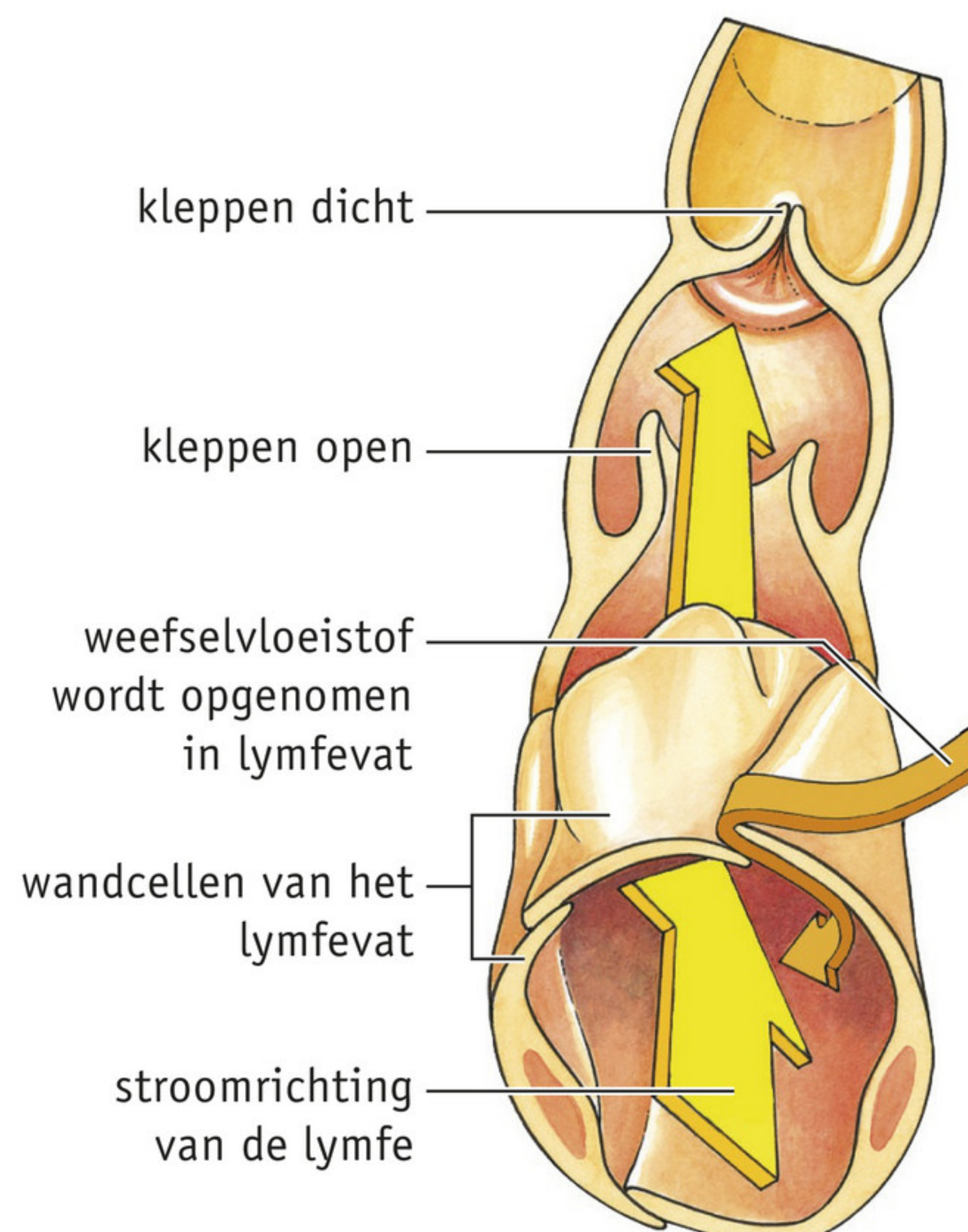
Door de bloeddruk wordt bij het begin van de haarvaten vocht naar buiten geperst. In dit vocht zijn onder andere zuurstof en voedingsstoffen opgelost. Het vocht dat zich buiten de haarvaten bevindt, wordt **weefselvloeistof** genoemd. Weefselvloeistof bevindt zich tussen de cellen van de organen. Cellen nemen zuurstof en voedingsstoffen op uit de weefselvloeistof. De cellen produceren koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Deze stoffen worden afgegeven aan de weefselvloeistof. De weefselvloeistof met koolstofdioxide en andere afvalstoffen wordt voor een deel weer opgenomen in de haarvaten (zie afbeelding 38).

- **Afb. 38** Deel van een orgaan met een haarvat, cellen en een lymfevat (schematisch).



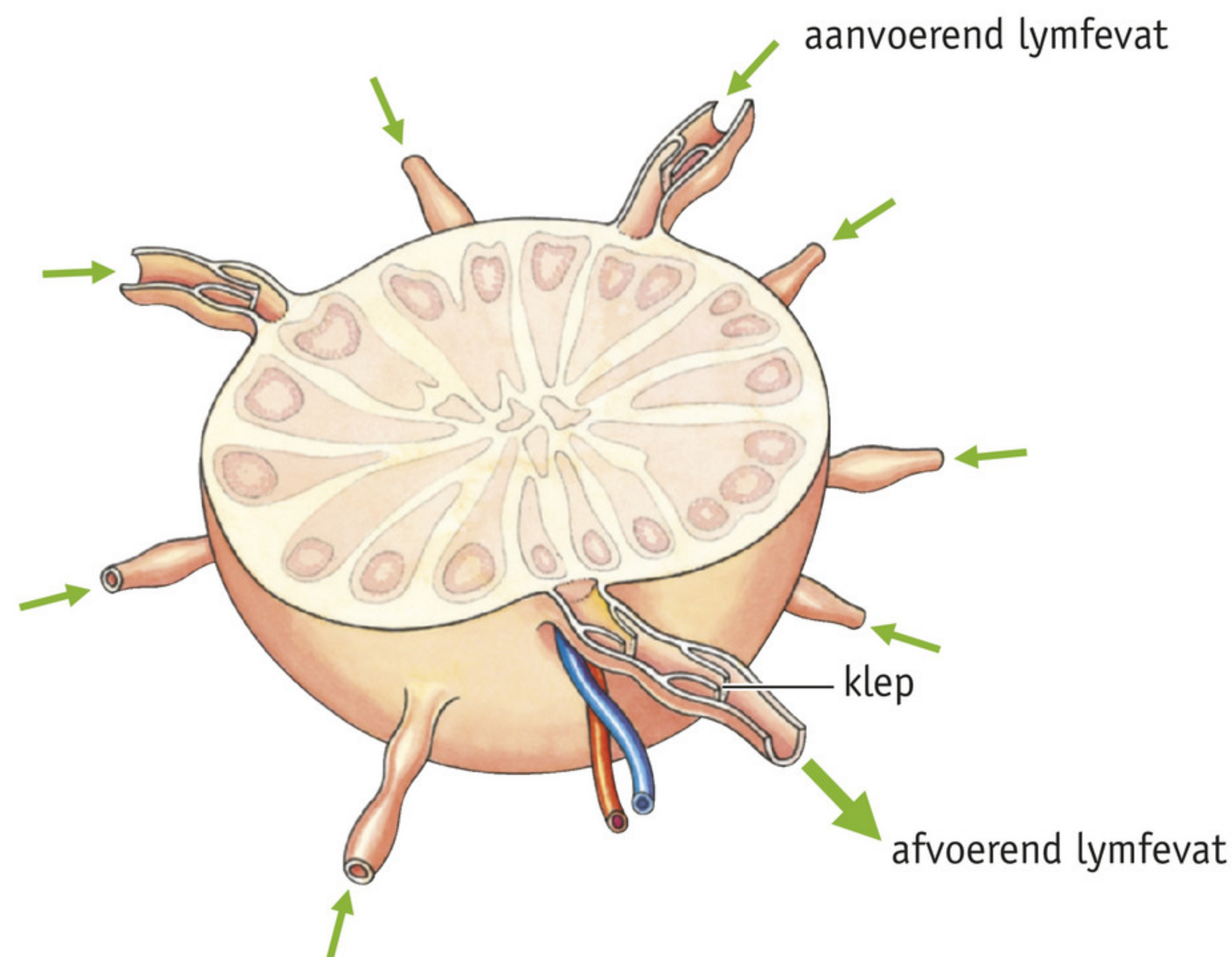
Het grootste deel van de weefselvloeistof wordt opgenomen in fijne **lymfevaten** (zie afbeelding 38). De vloeistof in de lymfevaten wordt **lymfe** genoemd. Lymfe bestaat uit water met opgeloste stoffen en witte bloedcellen. Door de lymfe worden onder andere antistoffen, hormonen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen vervoerd. Bovendien bevat lymfe een deel van de zuurstof en voedingsstoffen die niet door de cellen zijn opgenomen. De lymfevaten voeren de lymfe weg van de cellen in de organen. Kleppen in de lymfevaten zorgen ervoor dat de lymfe maar in één richting stroomt (zie afbeelding 39).

- **Afb. 39** Een lymfevat (schematisch).



Verschillende fijne lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. Uiteindelijk komt alle lymfe terecht in twee grote lymfevaten: de rechterlymfestam en de borstbuis (zie afbeelding 37). Deze twee grote lymfevaten monden beide uit in aders die onder de sleutelbeenderen liggen. Via deze aders komt de lymfe in de bovenste holle ader terecht. De lymfe wordt opgenomen in het bloed.

► **Afb. 40** Een lymfeknoop met lymfevaten (doorgesneden, schematisch).



AFWEER TEGEN ZIEKTEVERWEKKERS

Op bepaalde plaatsen in het lichaam liggen lymfeknopen (lymfeklieren), onder andere in de hals, in de oksels en in de liezen (zie afbeelding 39). Deze **lymfeknopen** (zie afbeelding 40) zuiveren de lymfe van onder andere ziekteverwekkers.

In basisstof 1 heb je geleerd dat bepaalde witte bloedcellen zich ontwikkelen in lymfeknopen. Dit type witte bloedcellen maakt antistoffen. Antistoffen beschermen het lichaam tegen ziekteverwekkers. In lymfeknopen bevinden zich ook witte bloedcellen die ziekteverwekkers kunnen insluiten.

WB OPDRACHT 39 T/M 42 BLZ. 125

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de bestanddelen van bloed noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloed vervoert voedingsstoffen en zuurstof naar de cellen. Na verbranding van de voedingsstoffen ontstaan afvalstoffen. De afvalstoffen worden door het bloed afgevoerd. De constante aan- en afvoer van voedingsstoffen en afvalstoffen houden een organisme in leven.
- Bloed bestaat uit bloedplasma (ca. 55%) en uit bloedcellen en bloedplaatjes (ca. 45%).
- Bloedplasma: water met plasma-eiwitten (o.a. fibrinogeen) en opgeloste stoffen (o.a. zouten).
 - Bloedplasma vervoert zuurstof (een kleine hoeveelheid), voedingsstoffen (o.a. glucose), hormonen, enzymen, geneesmiddelen, antistoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - Bloedplasma zorgt voor verspreiding van warmte door het lichaam.
- Rode bloedcellen:
 - Ronde schijfjes met in het midden een indeuking.
 - Ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg en hebben geen celkern.
 - Worden na ongeveer vier maanden afgebroken in het rode beenmerg, de milt en de lever.
 - Rode bloedcellen bevatten hemoglobine.
 - Functie: zuurstof vervoeren.
 - Bloedarmoede: het bloed bevat te weinig hemoglobine of te weinig rode bloedcellen. Daardoor kan iemand zich voortdurend zwak en moe voelen. Mogelijke oorzaak: het voedsel bevat te weinig ijzerzouten (voor de vorming van hemoglobine is ijzer nodig).
- Witte bloedcellen:
 - Cellen met celkern.
 - Witte bloedcellen hebben geen vaste vorm: ze kunnen door de wand van haarvaten heen.
 - Ontstaan uit stamcellen in het rode beenmerg (witte bloedcellen die antistoffen vormen, ontwikkelen zich verder in lymfeknopen).
 - Functie: afweer tegen ziekteverwekkers (door bacteriën in te sluiten of door antistoffen).
 - Etter (pus): dode witte bloedcellen en gedode bacteriën.

- Leukemie: een vorm van kanker in het beenmerg waarbij er te veel witte bloedcellen worden gevormd, die bovendien niet goed werken. Er worden te weinig rode bloedcellen en bloedplaatjes gemaakt.
- Bloedplaatjes:
 - Delen van uiteengevallen cellen, zonder celkern.
 - Ontstaan in het rode beenmerg.
 - Functie: bloedstolling.
- Bloedstolling:
 - Bij verwonding wordt het bloedvat nauwer.
 - Bloedplaatjes kleven aan de beschadigde bloedvatwand en vormen een propje.
 - Uit deze bloedplaatjes komen stoffen vrij. Onder invloed van deze stoffen wordt fibrinogeen omgezet in fibrine.
 - Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond waarin bloedcellen blijven hangen: de wond wordt afgesloten met een bloedstolsel.
 - Door indroging ontstaat een korstje.
 - Trombose: een bloedstolsel (bloedprop) binnen een bloedvat. Het bloedvat kan hierdoor worden afgesloten.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt in de dubbele bloedsomloop van de mens de kleine en grote bloedsomloop onderscheiden met hun functies.

- Dubbele bloedsomloop: per rondgang door het lichaam stroomt het bloed twee keer door het hart.
- Kleine bloedsomloop: hart – longen – hart.
 - Functie: zuurstof opnemen in het bloed en koolstofdioxide afgeven aan de lucht.
- Grote bloedsomloop: hart – rest van het lichaam – hart.
 - Functie: zuurstof en voedingsstoffen afgeven aan de cellen en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opnemen in het bloed.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt de delen van een hart en de aansluitende bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

Delen	Kenmerken en functies
Bovenste en onderste holle ader	– hierdoor stroomt zuurstofarm bloed van de organen van het lichaam naar het hart
Rechterboezem	– ontvangt zuurstofarm bloed uit de bovenste en onderste holle ader en voert dit door naar de rechterkamer – pompt bloed over een kleine afstand zodat de wand weinig gespierd is
Rechterkamer	– pompt zuurstofarm bloed in de longslagader – pompt bloed naar beide longen zodat de wand gespierd is
Longslagader(s)	– hierdoor stroomt zuurstofarm bloed van het hart naar de longen
Longaders	– hierdoor stroomt zuurstofrijk bloed van de longen naar het hart
Linkerboezem	– ontvangt zuurstofrijk bloed uit de longaders en voert dit door naar de linkerkamer – pompt bloed over een kleine afstand zodat de wand weinig gespierd is
Linkerkamer	– pompt zuurstofrijk bloed in de aorta – pompt bloed naar de grote bloedsomloop zodat de wand zeer gespierd is
Aorta	– hierdoor stroomt zuurstofrijk bloed van het hart naar de organen van het lichaam
Harttussenwand	– scheidt de linker- en rechterharthelft
Hartkleppen	– kleppen tussen boezems en kamers – verhinderen dat bloed terugstroomt van kamers naar boezems
Halvemaanvormige kleppen	– kleppen aan het begin van de longslagader en van de aorta – verhinderen dat bloed terugstroomt van longslagader en aorta naar de kamers
Kransslagaders	– aftakkingen van de aorta – hierdoor stroomt bloed, dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose), naar de hartspier
Kransaders	– hierdoor stroomt bloed, dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen, weg uit de hartspier – eindigen in rechterboezem

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven hoe een hartslag verloopt.

- Samentrekken van de boezems:
 - De boezems trekken samen. Hierdoor stroomt het bloed naar de kamers.
 - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.
- Samentrekken van de kamers:
 - De kamers trekken samen.
 - De hartkleppen gaan dicht.
 - De druk in de kamers stijgt.
 - De halvemaanvormige kleppen gaan open.
 - Het bloed wordt in de longslagader(s) en aorta gepompt.
- Hartpauze:
 - Zowel de boezems als de kamers zijn ontspannen.
 - Bloed stroomt vanuit de holle aders en longaders naar de boezems en kamers.
 - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

- Slagaders:
 - hierdoor stroomt bloed van het hart weg;
 - hoge bloeddruk;
 - bloeddruk: de druk van het bloed tegen de wand van het bloedvat;
 - dikke, stevige en elastische wand;
 - ‘slag’ merkbaar, o.a. in de polsen;
 - meestal dieper in het lichaam gelegen;
 - alleen halvemaanvormige kleppen (aan het begin van longslagader en aorta).
- Haarvaten:
 - wand van één cellaag dik;
 - witte bloedcellen en vocht met zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen (o.a. koolstofdioxide) kunnen door de wand.
- Aders:
 - hierdoor stroomt bloed naar het hart toe;
 - lage bloeddruk;

- dunne wand;
- geen ‘slag’ merkbaar;
- meestal ondiep in het lichaam gelegen;
- kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt (vooral in de armen en benen).

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Je kunt in het bloedvatenstelsel van de mens slagaders en aders benoemen en je kunt de samenstelling van het bloed aangeven.

- Kleine bloedsomloop: longslagaders – longaders.
 - Door longslagaders stroomt zuurstofarm bloed.
 - Door longaders stroomt zuurstofrijk bloed.
- Grote bloedsomloop: aorta – kransslagaders – kransaders – armslagaders – armaders – halsslagaders – halsaders – leverslagader – leverader – darmslagader – poortader – nierslagaders – nieraders – beenslagaders – beenaders – onderste holle ader – bovenste holle ader.
 - Door slagaders stroomt zuurstofrijk bloed.
 - Door aders (waaronder de poortader) stroomt zuurstofarm bloed.
- Glucosegehalte van het bloed:
 - Bij de meeste organen is het glucosegehalte van het bloed in de slagader hoger dan in de bijbehorende ader.
 - In de poortader treden de grootste schommelingen op in het glucosegehalte van het bloed (afhankelijk van de voeding).
 - Doordat de lever het glucosegehalte van het bloed constant houdt, is het glucosegehalte van het bloed in de leverader (meestal) hoger dan in de andere aders.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Je kunt oorzaken en gevolgen van hart- en vaatziekten noemen. Ook kun je aangeven hoe je de kans op hart- en vaatziekten kunt verkleinen.

- Afwijkingen in de bloeddruk:
 - Mensen met een te lage bloeddruk hebben wat vaker last van duizelingen en vermoeidheid.
 - Te hoge bloeddruk vergroot de kans op schade aan bloedvaten en organen.
- Slagaderverkalking (atherosclerose): vernauwing van de bloedvaten.
 - Oorzaak: vooral door een hoog cholesterolgehalte van het bloed wordt een laag van witte bloedcellen, met cholesterol en in een later stadium ook kalk (een plaque), afgezet tegen de binnenwand van de bloedvaten.

- Gevolg: verminderde bloedtoevoer naar organen en kans op ontstaan van een bloedstolsel en verstopping van een bloedvat.
- Hartinfarct (hartaanval): een deel van de hartspier krijgt geen zuurstof en voedingsstoffen meer.
 - Oorzaak: een kransslagader of vertakking ervan is verstopt geraakt (meestal door slagaderverkalking).
 - Gevolg: een deel van de hartspier sterft af. Dit kan dodelijk zijn.
- Hartritmestoornissen: langdurige verstoringen van het normale hartritme (hartslagfrequentie).
 - Oorzaak: storingen bij het ontstaan en verspreiden van impulsen die het samentrekken van het hartspierweefsel veroorzaken. Dit kan het gevolg zijn van aanhoudende stress, o.a. door een verhoogd adrenalinegehalte.
 - Gevolg: een verminderde hartwerking en soms een hartstilstand.
- Je kunt de kans op hart- en vaatziekten verkleinen door een gezonde leefstijl.
 - Matig zijn met alcohol en niet roken.
 - Weinig verzadigd vet en weinig zout eten.
 - Regelmatige beweging, voldoende ontspanning en een gezond lichaamsgewicht.
- Erfelijke factoren spelen een rol bij het krijgen van hart- en vaatziekten.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

Je kunt de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe noemen.

- Weefselvloeistof ontstaat doordat in de haarvaten vocht naar buiten wordt geperst onder invloed van de bloeddruk.
 - Bevat o.a. zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen. Weefselvloeistof kan ook witte bloedcellen bevatten.
 - Functie: zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen toevoeren en koolstofdioxide en andere afvalstoffen van de cellen afvoeren.
 - Een deel van de weefselvloeistof wordt weer opgenomen in de haarvaten.
- Lymfe ontstaat doordat een groot deel van de weefselvloeistof wordt opgenomen in lymfevaten.
 - Bevat o.a. koolstofdioxide en andere afvalstoffen, antistoffen, hormonen, zuurstof en voedingsstoffen. Lymfe kan ook witte bloedcellen bevatten.

- Lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. In de lymfevaten komen kleppen voor.
- Het lymfevatenstelsel bestaat uit lymfevaten en lymfeknopen (lymfeklieren).
 - Het lymfevatenstelsel voert lymfe met opgeloste stoffen terug naar het bloedvatenstelsel.
- Lymfeknopen (lymfeklieren) zuiveren de lymfe van o.a. ziekteverwekkers.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het halen van informatie uit artikelen en folders;
- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het lezen en maken van een tabel;
- het lezen van een diagram;
- het halen van informatie uit meerdere informatiebronnen tegelijkertijd.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een verpleegkundige.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

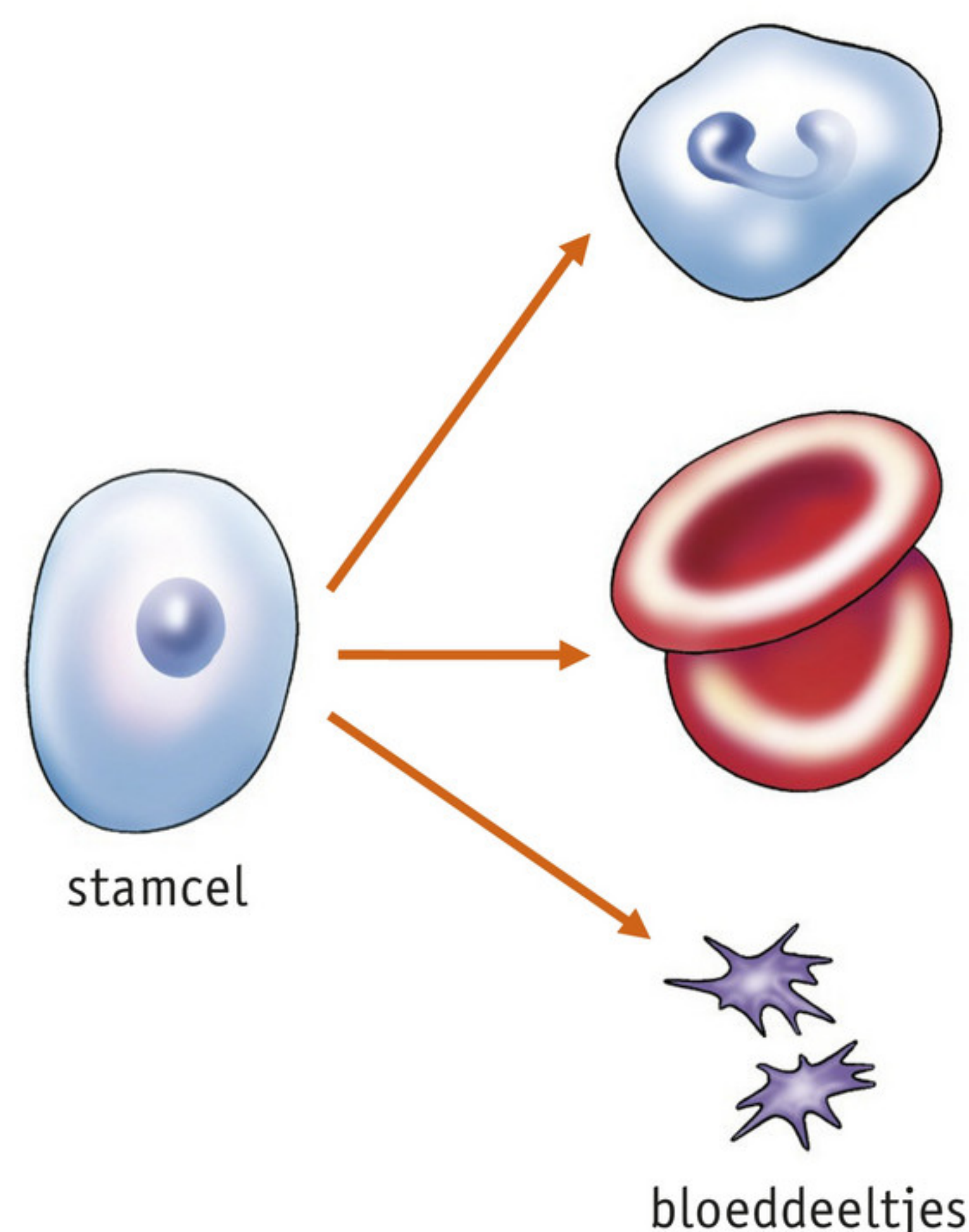
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

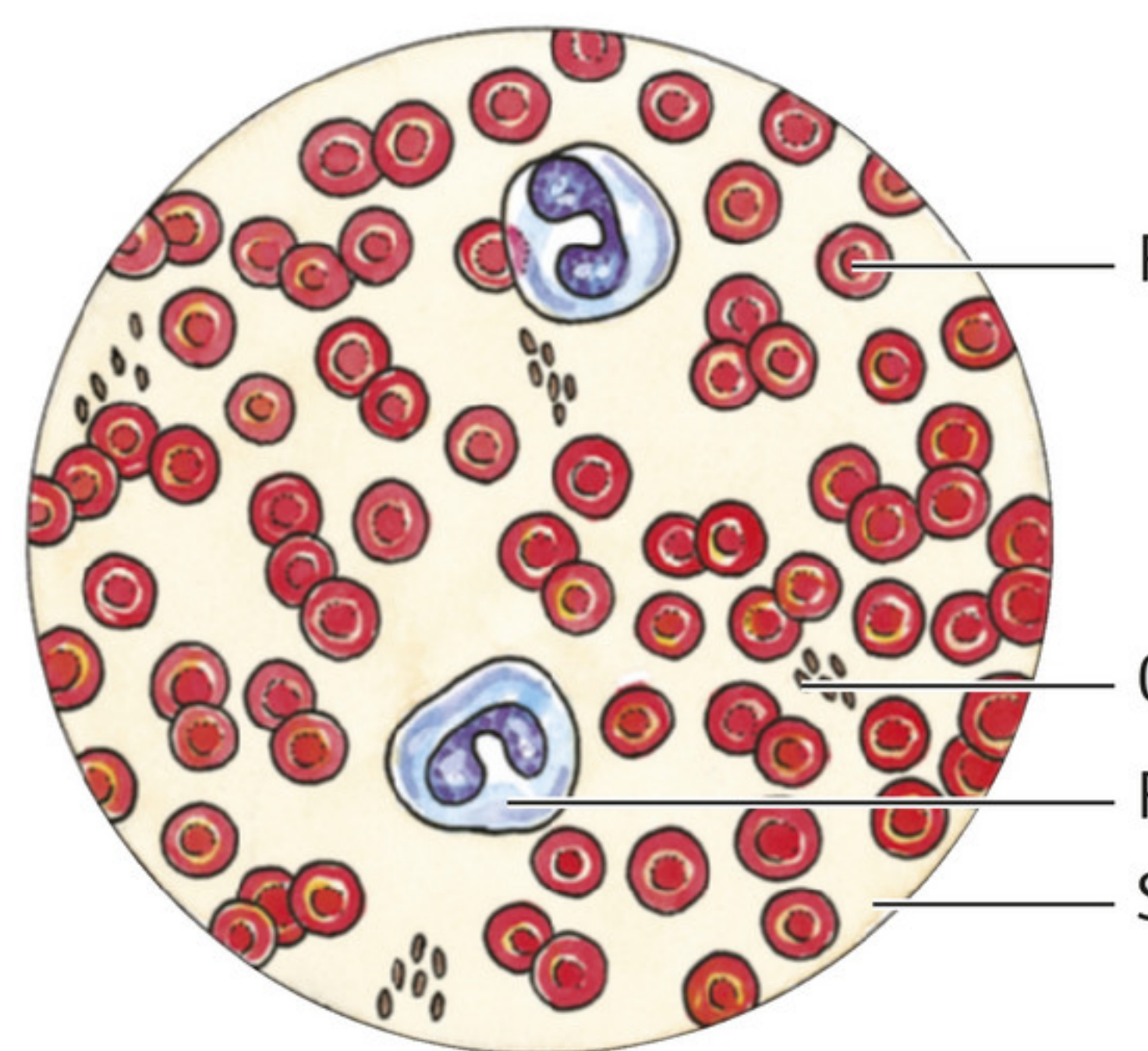
- In welke bestanddelen van het bloed komen celkernen voor?
 - Alleen in rode bloedcellen.
 - Alleen in witte bloedcellen.
 - In rode bloedcellen en in bloedplaatjes.
 - In rode bloedcellen en in witte bloedcellen.
- In afbeelding 41 is weergegeven dat bloeddeeltjes zich ontwikkelen uit stamcellen. Waar in het lichaam bevinden zich deze stamcellen?
 - In de lever.
 - In het bloed in de bloedvaten.
 - In het hart.
 - In het rode beenmerg.

▼ **Afb. 41** Bloeddeeltjes ontwikkelen zich uit stamcellen.



De volgende informatie hoort bij vraag 3 en 4. Afbeelding 42 is een tekening van bloed gezien door een microscoop. Vier bestanddelen van bloed zijn aangegeven met P, Q, R en S.

▼ **Afb. 42** Beeld van bloed gezien door een microscoop.



- Sommige mensen drinken voor het eten een alcoholhoudende drank, zoals sherry of port. Alcohol wordt met het bloed onder andere naar de hersenen vervoerd. Alcohol heeft invloed op de werking van het zenuwstelsel. Door welk van de aangegeven bestanddelen wordt het grootste gedeelte van de alcohol vervoerd?
 - Door P.
 - Door Q.
 - Door R.
 - Door S.
- Iemand met bloedarmoede voelt zich voortdurend zwak en moe. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat het voedsel te weinig ijzerzouten bevat. Hierdoor bevat het bloed te weinig van een bepaalde stof. In welk van de aangegeven bestanddelen bevindt deze stof zich?
 - In P.
 - In Q.
 - In R.
 - In S.
- Lees de context 'Grote pieterman' (zie afbeelding 43). Door het gif van een grote pieterman worden een of meer functies van het bloed verstoord. Het bloed heeft onder andere de volgende functies:
 - afweer tegen ziekten;
 - bloedstolling;
 - zuurstoftransport.
 Welke van deze functies wordt (worden) volgens de context verstoord?
 - Alleen 1.
 - Alleen 2.
 - 1 en 3.
 - 2 en 3.

▼ Afb. 43

Grote pieterman

De grote pieterman is een vissoort van ongeveer 25 cm lang. Grote pietermannen leven in zee. Zij zijn overdag ingegraven in het zand en jagen 's nachts op visjes. De harde stralen van de voorste rugvin hebben gifstekels. Als een mens in de gifstekels trapt, komt het gif in het bloed terecht. Het gif veroorzaakt hevige pijn en zwellingen. Het gif tast de rode en witte bloedcellen aan.



- 6 Lees de context 'Trombose' (zie afbeelding 44). Bij het ontstaan van trombose zijn stoffen uit verschillende bestanddelen van het bloed betrokken. Uit welke bestanddelen van het bloed komen deze stoffen?
- A Uit bloedplaatjes en bloedplasma.
 - B Uit bloedplaatjes en rode bloedcellen.
 - C Uit bloedplasma en rode bloedcellen.
 - D Uit rode bloedcellen en witte bloedcellen.
- 7 Bij bloedstolling vinden onder andere de volgende processen plaats:
- 1 Er vormt zich een netwerk van draden.
 - 2 Fibrinogeen wordt omgezet in fibrine.
 - 3 Uit bloedplaatjes komen stoffen vrij.
- Wat is de juiste volgorde waarin deze processen zich bij bloedstolling afspelen?
- A 1 – 2 – 3.
 - B 2 – 3 – 1.
 - C 3 – 1 – 2.
 - D 3 – 2 – 1.

▼ Afb. 44

Trombose

Trombose is het afsluiten van een bloedvat door bloedstolsels. Tijdens lange vlieg- en busreizen is door het langdurig zitten de doorstroming van het bloed, vooral in de benen, minder goed. Hierdoor wordt de kans op het ontstaan van trombose groter. Dit wordt 'reizigerstrombose' genoemd.



DOELSTELLING 2

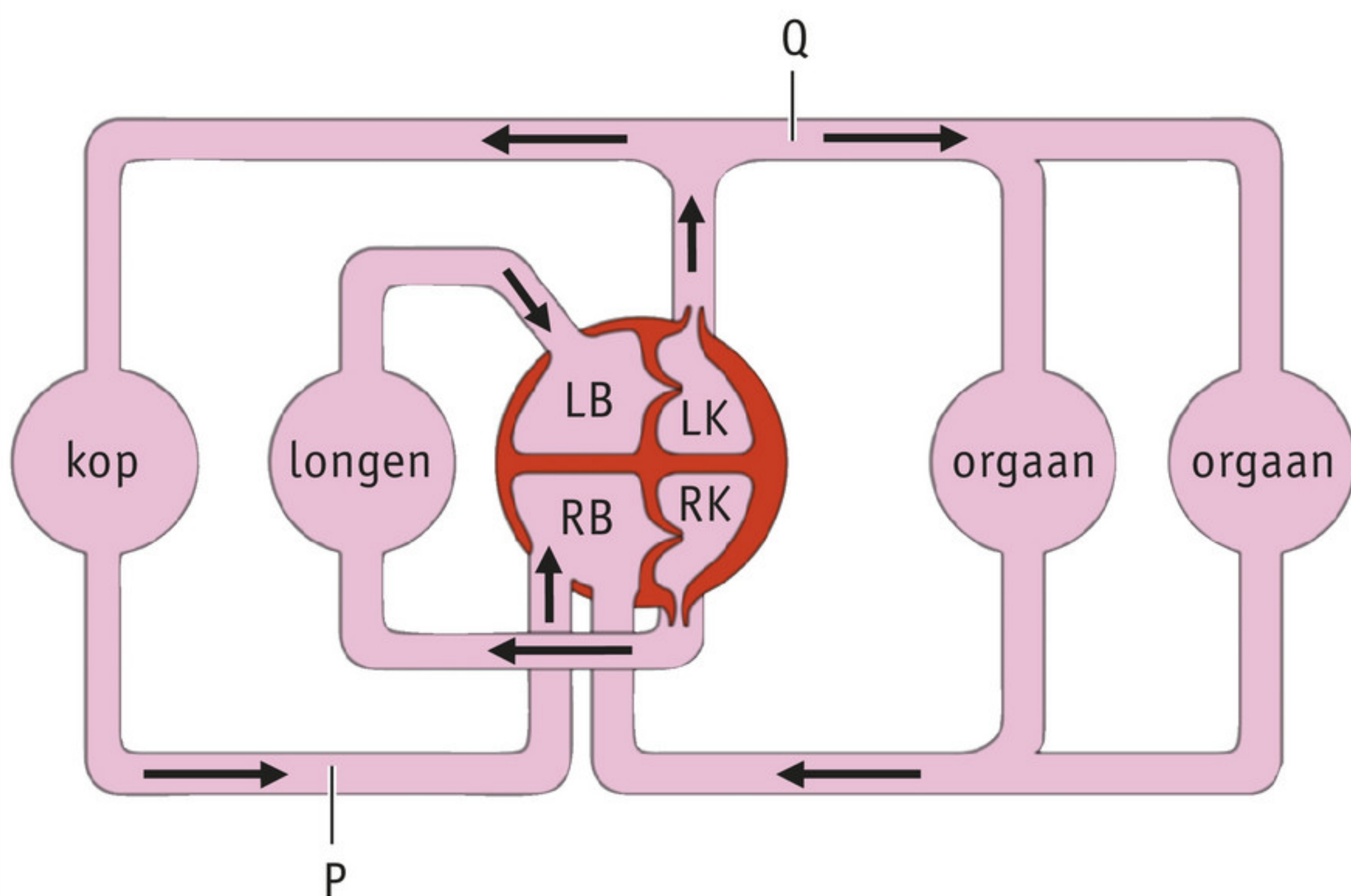
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 45 is de bloedsomloop van een waterrat schematisch getekend.

- 1 Een waterrat heeft (net als de mens) een dubbele bloedsomloop. Leg uit waaraan je dat kunt zien.
- 2 Behoren de longen van een rat tot de grote bloedsomloop of tot de kleine bloedsomloop?
- 3 Bevat bloedvat P zuurstofarm of zuurstofrijk bloed? Leg je antwoord uit.
- 4 Is het koolstofdioxidegehalte van het bloed bij Q hoog of laag? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 45** Bloedsomloop van een waterrat (schematisch).



DOELSTELLING 3

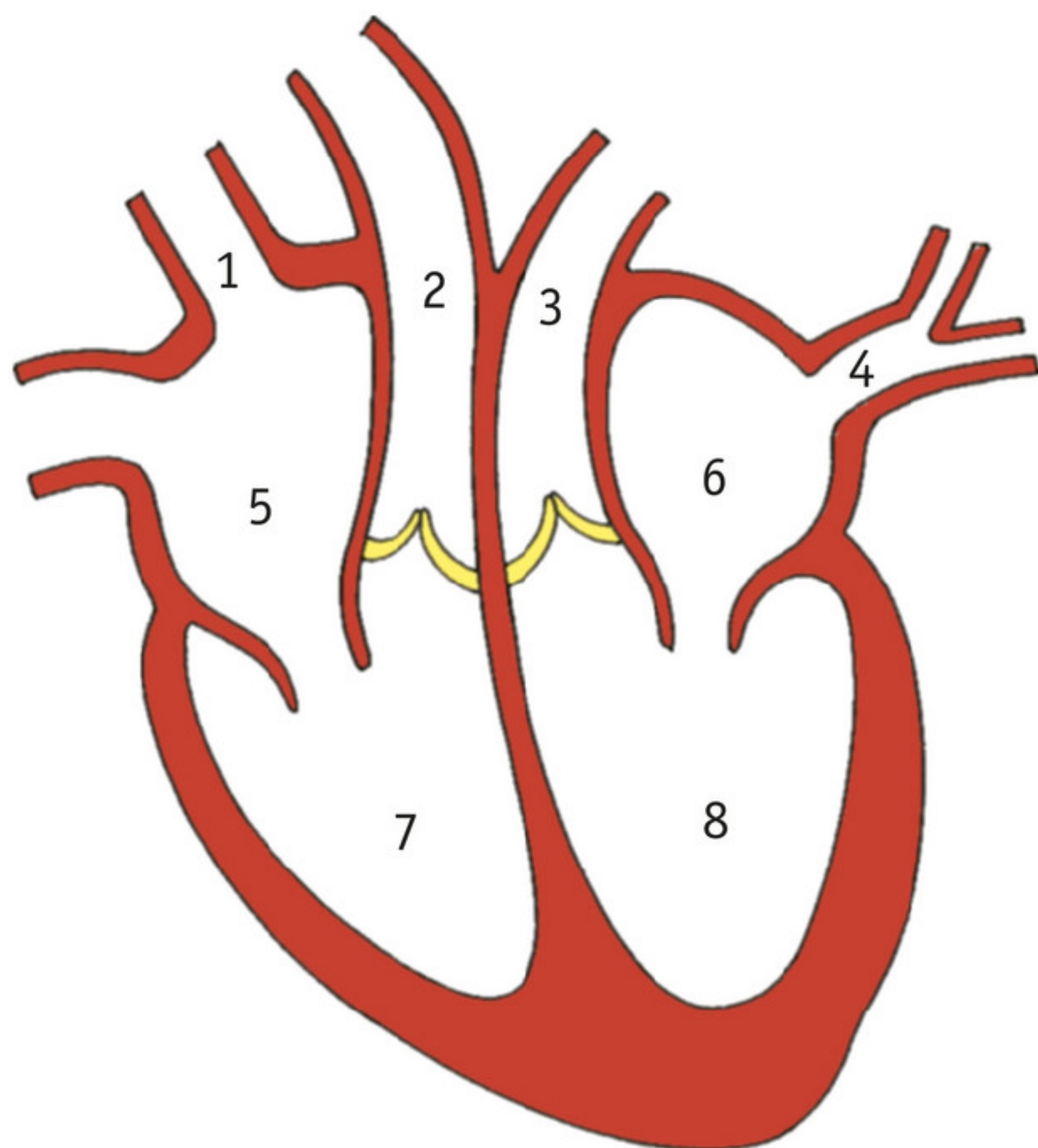
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Welk deel van het hart heeft de meest gespierde wand?
- A De linkerboezem.
 - B De linkerkamer.
 - C De rechterboezem.
 - D De rechterkamer.

In afbeelding 46 is een doorsnede van het hart met aansluitende bloedvaten schematisch getekend. Vraag 2 en 3 gaan over deze afbeelding.

▼ **Afb. 46** Boezems en kamers in het hart (schematisch).



- 2 Via welk van de genummerde bloedvaten komt zuurstofarm bloed het hart binnen?
- A Via bloedvat 1.
 - B Via bloedvat 2.
 - C Via bloedvat 3.
 - D Via bloedvat 4.

- 3 Welk nummer geeft het deel van het hart aan dat het bloed naar onder andere de benen pompt?

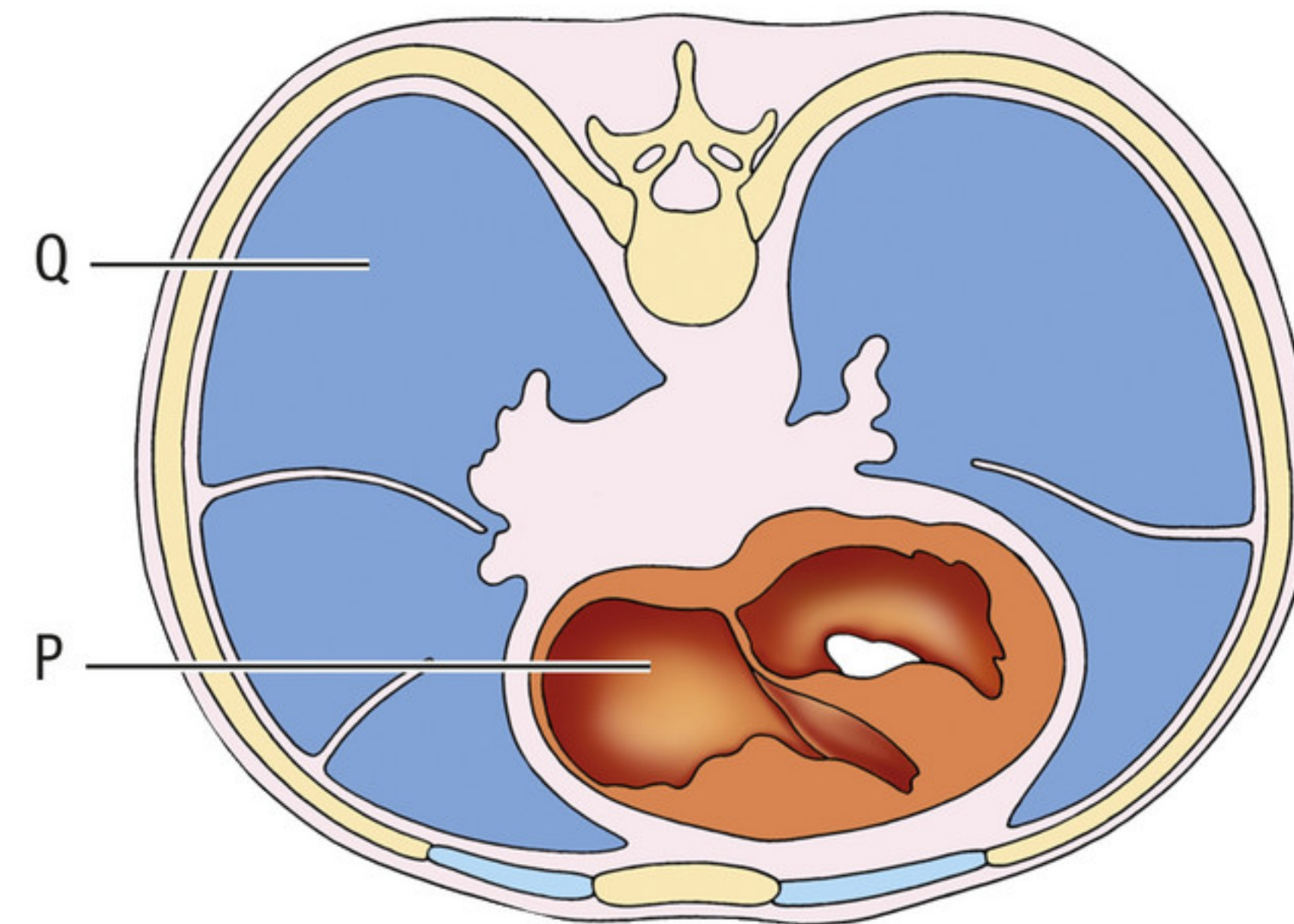
- A Nummer 5.
- B Nummer 6.
- C Nummer 7.
- D Nummer 8.

- 4 In afbeelding 47 is een dwarsdoorsnede door de borstkas van de mens schematisch getekend. P geeft een harthelft aan. P is door een bloedvat verbonden met orgaan Q. Dit bloedvat is niet getekend.

Hoe heet dit bloedvat?

- A Aorta.
- B Kransader.
- C Longader.
- D Longslagader.

▼ **Afb. 47** Dwarsdoorsnede door de borstkas van de mens (schematisch).



- 5 Het bloed in een kransader wordt vergeleken met het bloed in een kransslagader, wat betreft het glucosegehalte en de stroomrichting. In welk bloedvat bevindt zich bloed met het hoogste glucosegehalte? En in welke richting stroomt dit bloed?

- | Hoogste glucosegehalte | Dit bloed stroomt |
|------------------------|-----------------------|
| A in een kransader | naar de hartspier toe |
| B in een kransader | van de hartspier weg |
| C in een kransslagader | naar de hartspier toe |
| D in een kransslagader | van de hartspier weg |

- 6 Wat is de functie van de hartkleppen?

- A Ze verhinderen dat het bloed uit de boezems naar de aders stroomt.
- B Ze verhinderen dat het bloed uit de boezems naar de kamers stroomt.
- C Ze verhinderen dat het bloed uit de kamers naar de boezems stroomt.
- D Ze verhinderen dat het bloed uit de kamers naar de slagaders stroomt.

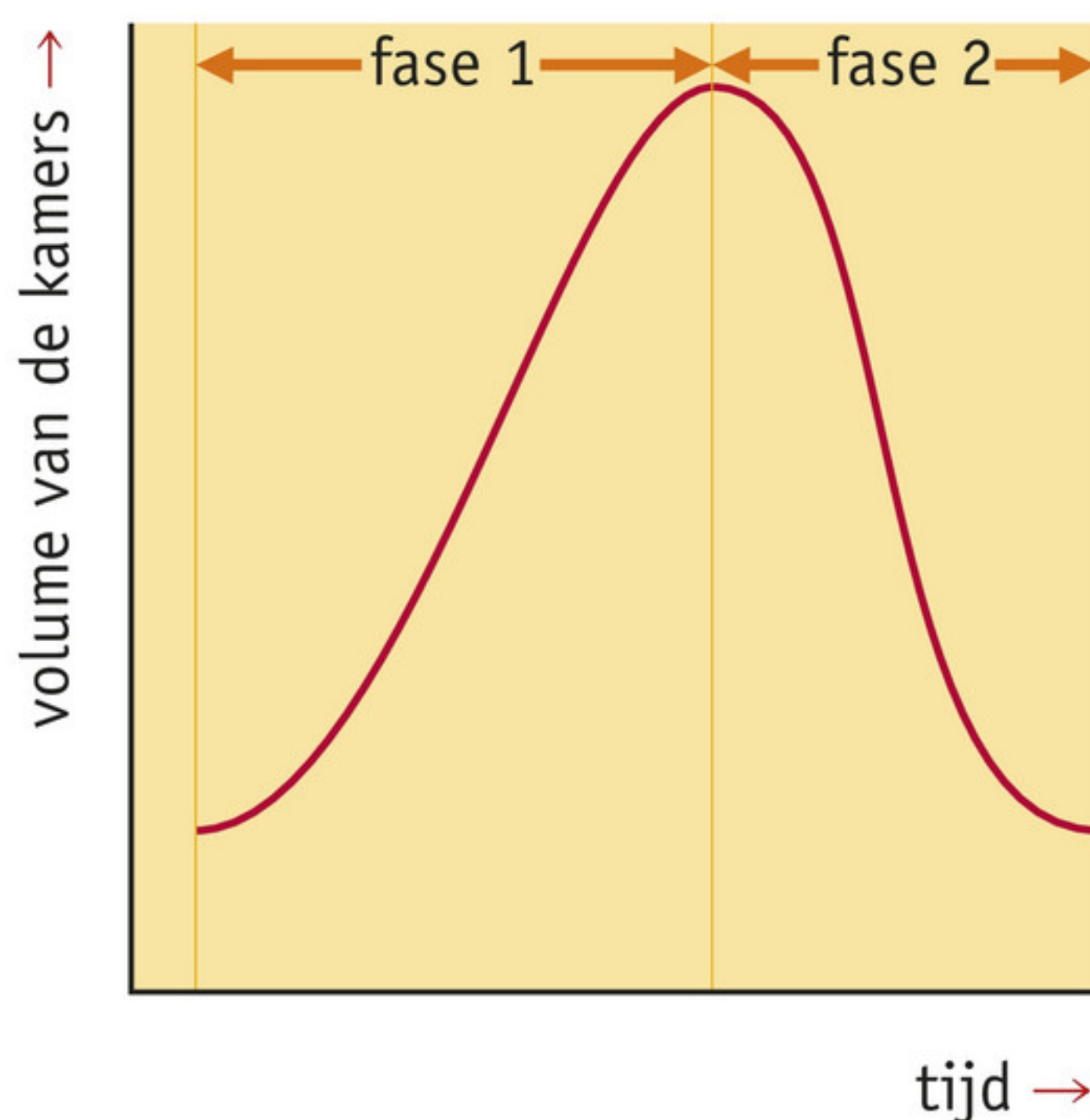
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 48 is de verandering van het volume van de hartkamers in een diagram weergegeven. In welke richting stroomt het bloed in fase 2?
- A Van de boezems naar de kamers.
 - B Van de holle aders en longaders naar de boezems.
 - C Van de kamers naar de boezems.
 - D Van de kamers naar de longslagader en de aorta.

▼ Afb. 48 Verandering van het volume van de hartkamers.



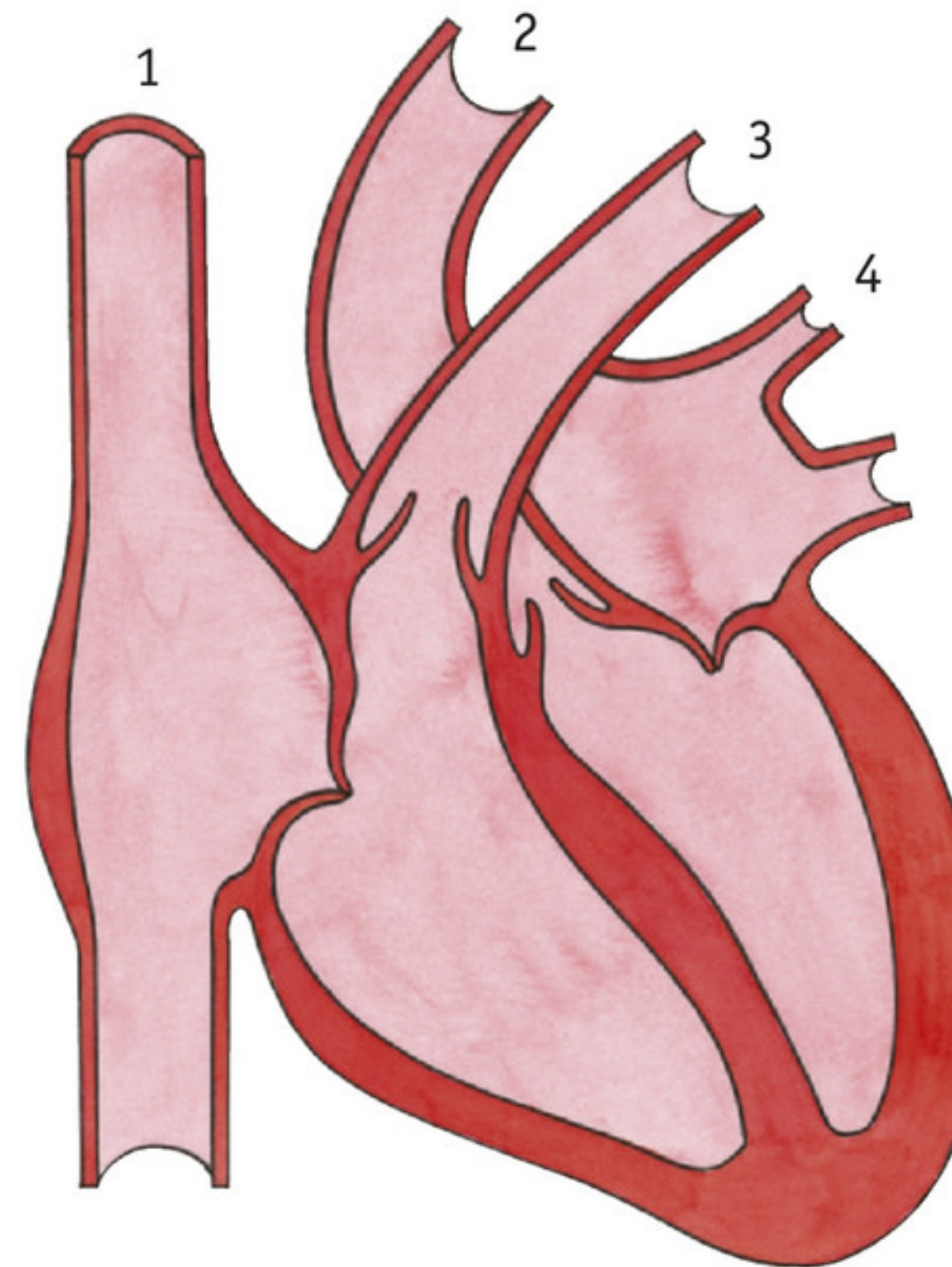
- 2 Bij de werking van het hart zijn drie fasen te onderscheiden. Tussen de boezems en de kamers bevinden zich kleppen. Tijdens welke fase(n) staan deze kleppen open?
- A Alleen tijdens de hartpauze.
 - B Alleen tijdens het samentrekken van de boezems.
 - C Alleen tijdens het samentrekken van de kamers.
 - D Zowel tijdens de hartpauze als tijdens het samentrekken van de boezems.

In afbeelding 49 is een schematische doorsnede getekend van het hart op een bepaald moment. Vraag 3 en 4 gaan over deze afbeelding.

- 3 Trekken de boezems van dit hart op dit moment samen of zijn ze ontspannen? En de kamers?

<i>De boezems</i>	<i>De kamers</i>
A trekken samen.	trekken samen.
B trekken samen.	zijn ontspannen.
C zijn ontspannen.	trekken samen.
D zijn ontspannen.	zijn ontspannen.

▼ Afb. 49 Doorsnede van het hart op een bepaald moment (schematisch).



- 4 In welk van de genummerde bloedvaten is op dit moment de bloeddruk het hoogst?
- A In bloedvat 1.
 - B In bloedvat 2.
 - C In bloedvat 3.
 - D In bloedvat 4.
- 5 Het hart van een mens klopt in rust gemiddeld 70 keer per minuut. Bij elke hartslag verlaat ongeveer 70 mL bloed elke kamer. Vanuit het hart gaat bloed naar de longen en naar andere delen van het lichaam. Hoeveel bloed stroomt er gemiddeld in totaal bij elke hartslag het hart binnen?
- A Ongeveer 70 mL.
 - B Ongeveer 140 mL.
 - C Ongeveer 5 L.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Een bloedvat voert bloed van de aorta naar de lever. Tot welk type bloedvaten behoort dit bloedvat?
- 2 Welke bloedvaten hebben een wand van één cellaag dik?
- 3 Welke bloedvaten zijn in afbeelding 50 als verdikking op de voet te zien?
- 4 In welke bloedvaten is de bloeddruk het laagst?
- 5 Een bepaald bloedvat heeft een dikke, stevige en elastische wand. Tot welk type bloedvaten behoort dit bloedvat?
- 6 In welke bloedvaten komen op veel plaatsen kleppen voor?

▼ **Afb. 50** Bloedvaten op een voet.



- 7 In je pols kun je je polsslag opnemen (zie afbeelding 51).
Tot welk type bloedvaten behoort het bloedvat waaraan je je polsslag voelt?

▼ **Afb. 51** Je polsslag opnemen.



- 8 Bij welke bloedvaten kunnen witte bloedcellen en vocht door de wand heen?
9 In afbeelding 52 is een afwijking te zien die onder andere wordt veroorzaakt doordat bloed niet goed doorstroomt.
In welk type bloedvaten komt deze afwijking voor?

▼ **Afb. 52** Afwijking door een slechte doorstroming.



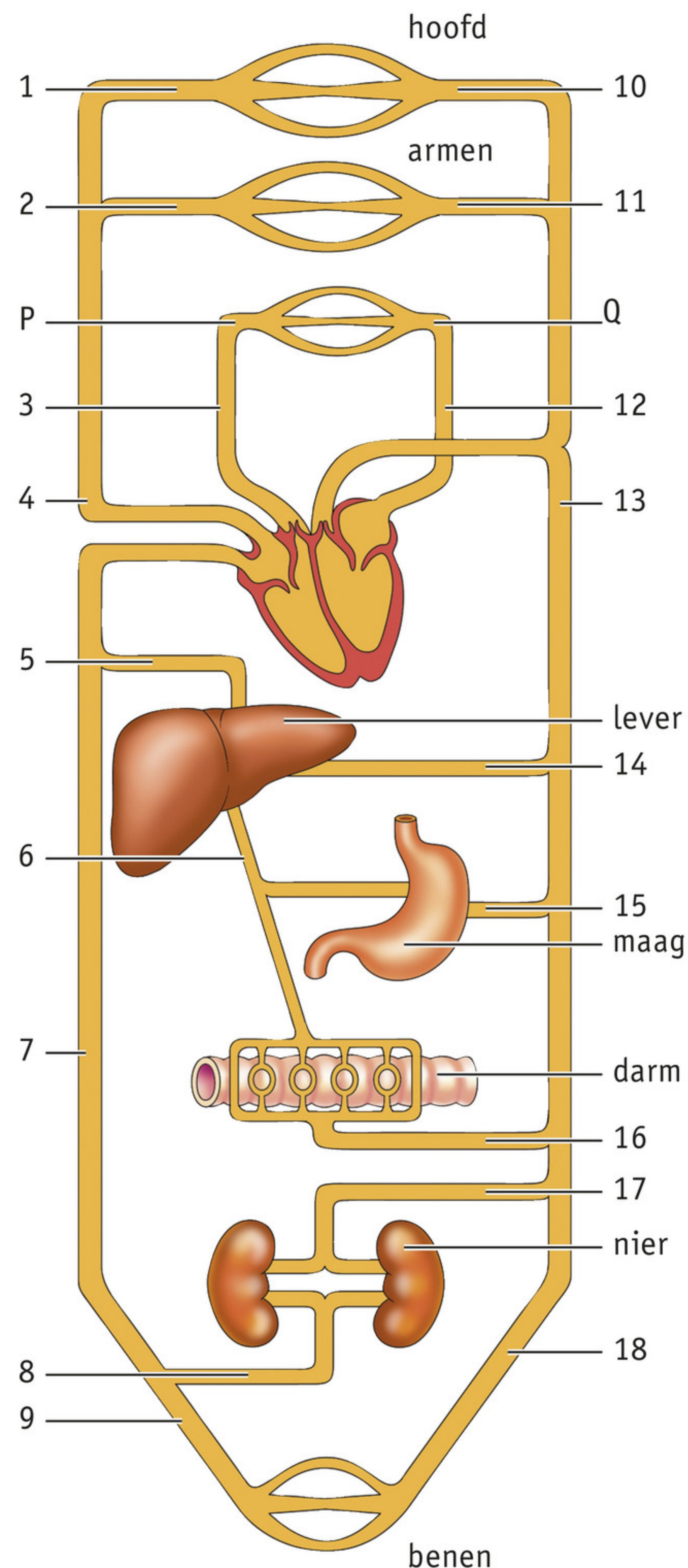
DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

In afbeelding 53 is het bloedvatenstelsel van de mens schematisch getekend. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

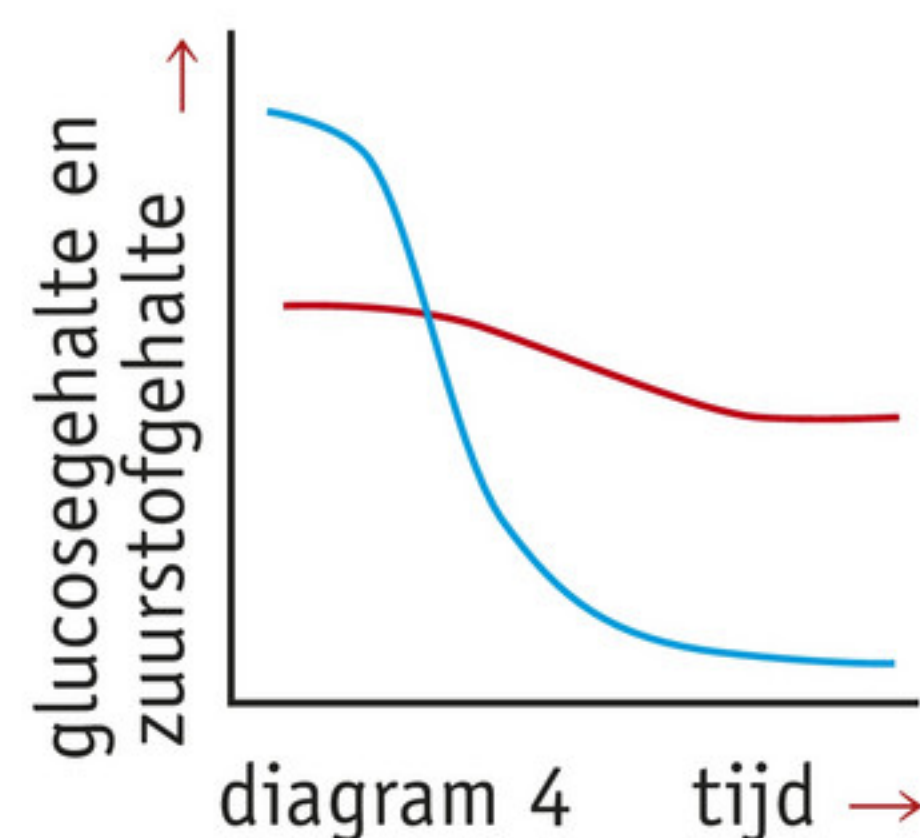
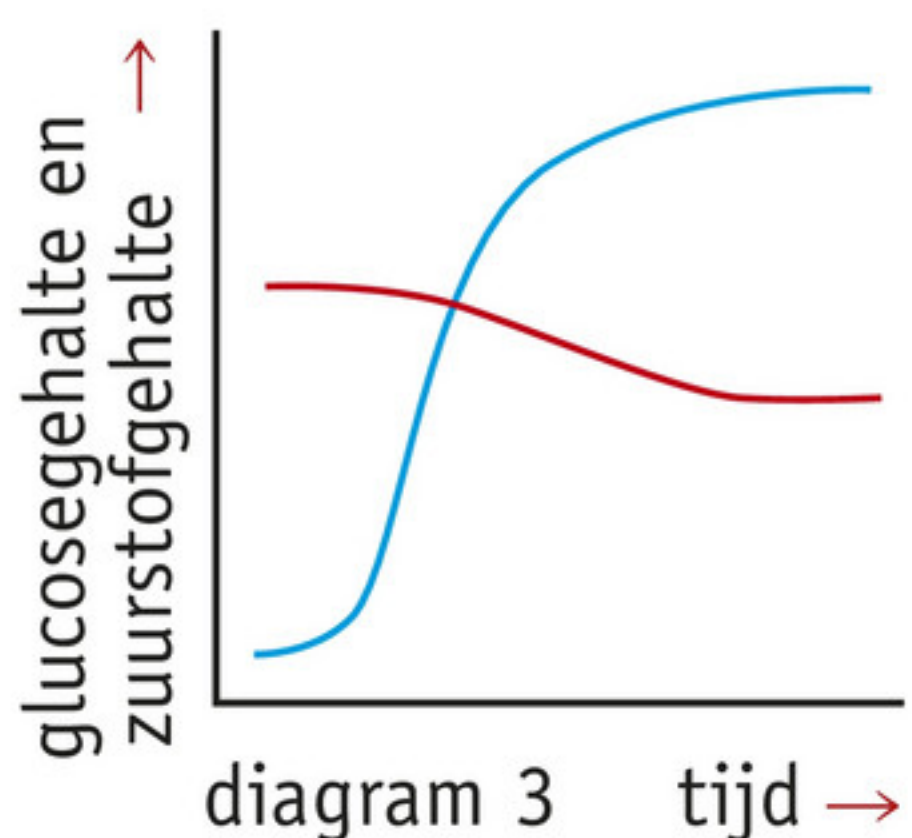
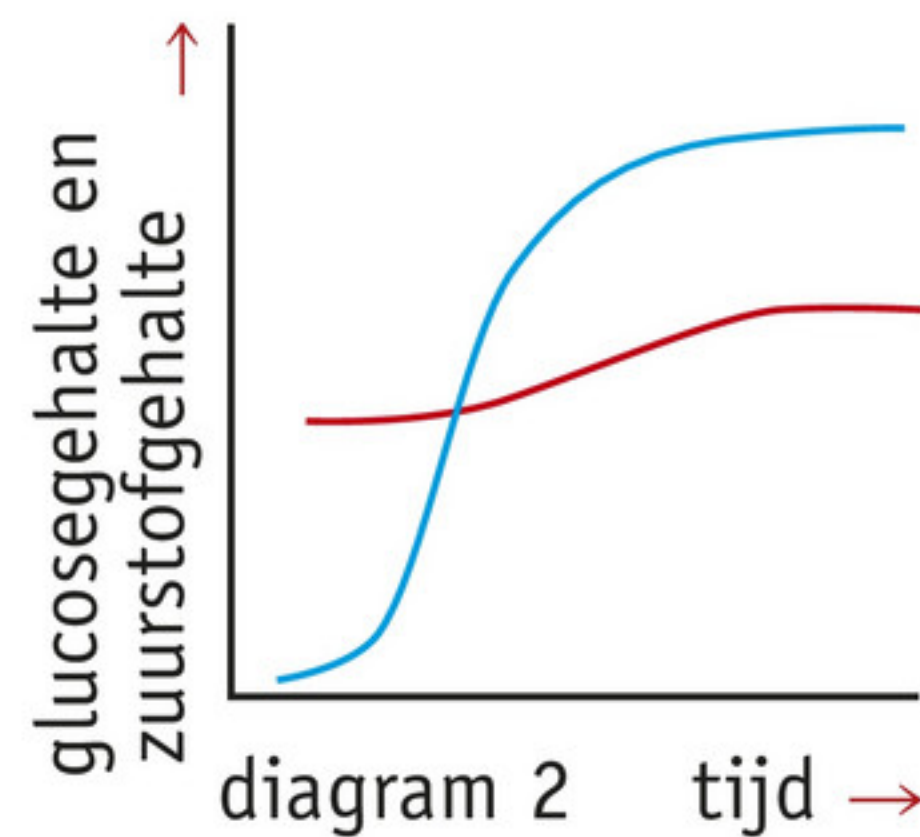
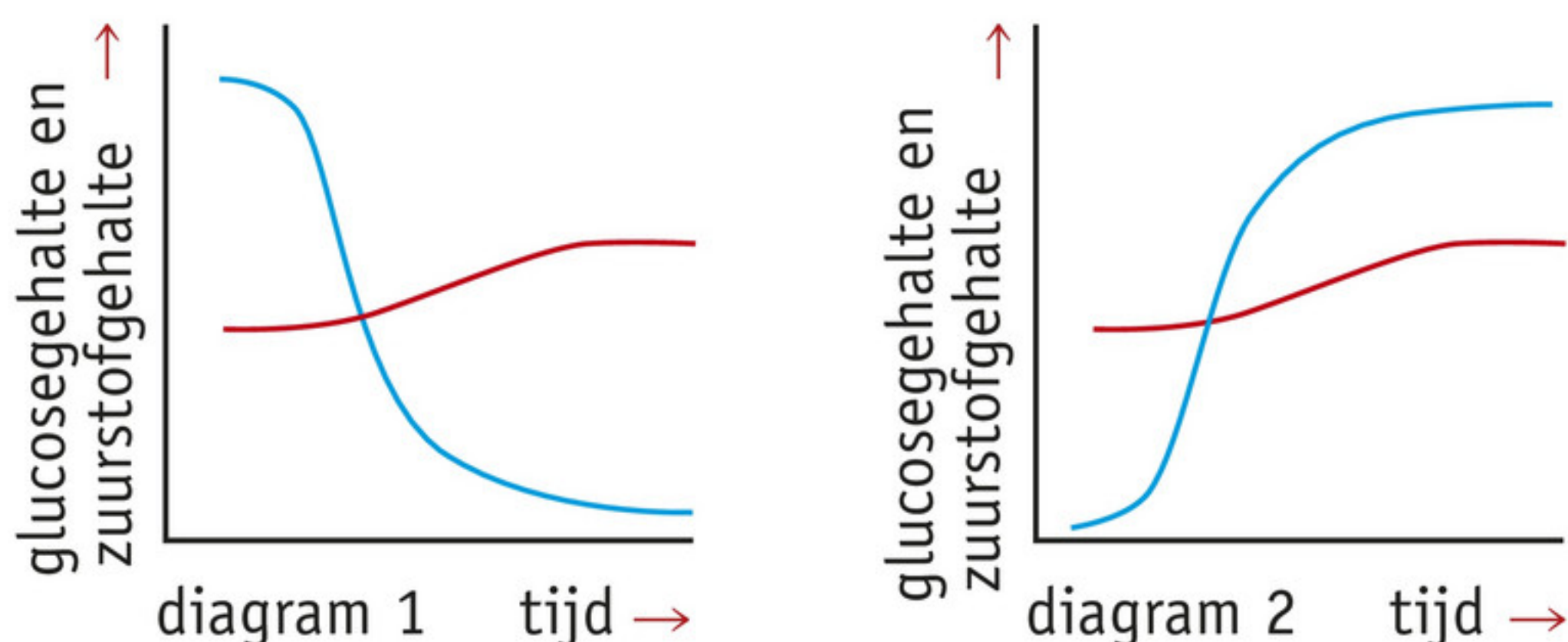
▼ **Afb. 53** Bloedvatenstelsel (schematisch).



- 1 Welke van de genummerde bloedvaten maken deel uit van de kleine bloedsomloop?
- A Alleen 1 en 10.
 - B Alleen 2 en 11.
 - C Alleen 3 en 12.
 - D Alleen 1, 2, 10 en 11.
 - E 1, 2, 3, 10, 11, 12.

- 2 In bloedvat 5 bevindt zich een rode bloedcel. In welk van de genummerde bloedvaten komt deze rode bloedcel het eerst terecht na bloedvat 5?
- In bloedvat 3.
 - In bloedvat 4.
 - In bloedvat 6.
 - In bloedvat 7.
 - In bloedvat 14.
- 3 In afbeelding 53 zijn bloedvaten aangegeven met P en Q. Er wordt onderzocht wat er gebeurt met het glucosegehalte en met het zuurstofgehalte van het bloed tussen deze bloedvaten. In afbeelding 54 zijn vier diagrammen weergegeven. Welk van deze diagrammen geeft schematisch weer wat er gebeurt met het glucosegehalte en met het zuurstofgehalte van het bloed tussen P en Q?
- Diagram 1.
 - Diagram 2.
 - Diagram 3.
 - Diagram 4.

▼ **Afb. 54** Wat gebeurt er met het glucosegehalte en met het zuurstofgehalte van het bloed?



Legenda:

— glucosegehalte
— zuurstofgehalte

- 4 Drie bloedvaten zijn de leverader, de leverslagader en de poortader. In welk bloedvat of in welke van deze bloedvaten is het bloed zuurstofrijk?
- Alleen in de leverslagader.
 - In de leverader en in de poortader.
 - In de leverslagader en in de poortader.

- 5 In welk bloedvat wisselt het glucosegehalte van het bloed het sterkst in de loop van een etmaal?
- In de leverader.
 - In de leverslagader.
 - In de poortader.
- 6 Lees de context 'Kunstmatig hormoon' (zie afbeelding 55). Dit is een deel van een artikel over het hormoon FSH. Bij een vrouw werd kunstmatig gemaakt FSH in haar lichaam gebracht door middel van een injectie in een armader. Hoe vaak passeert het ingebrachte hormoon het hart voordat het hormoon de eierstokken bereikt?
- Nul keer.
 - Eén keer.
 - Twee keer.

▼ **Afb. 55**

Kunstmatig hormoon

FSH is een hormoon dat door de hypofyse wordt gemaakt. Wanneer er veel FSH in het bloed zit, vindt in de eierstokken de eicelrijping en de ovulatie plaats. Men is erin geslaagd FSH kunstmatig te maken. Na toediening van het kunstmatig gemaakte FSH is een vrouw, die onvruchtbaar was, toch zwanger geworden.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- Een gevolg van lage bloeddruk kan zijn dat een patiënt even duizelig is als hij uit bed stapt.
- Iemand met hoge bloeddruk heeft minder kans op slagaderverkalking.
- Een hartinfarct wordt veroorzaakt doordat het bloed niet genoeg zuurstof bevat.
- Hoe lager het cholesterolgehalte van het bloed, hoe groter de kans op een hartinfarct.

Roos wandelt in een park. Plotseling schiet er een grote hond op haar af (zie afbeelding 56). Verstijfd van schrik blijft ze staan. Haar hart klopt veel sneller dan normaal.

▼ Afb. 56



- 5 De hartslagfrequentie van Roos stijgt door een plaque in haar bloedvaten.
- 6 Als iemand vaak stress heeft, kan dat leiden tot hartritmestoornissen.
- 7 Roken vergroot de kans op een hartinfarct.
- 8 De activiteit van de personen in afbeelding 57 verkleint de kans op een hartaanval.

▼ Afb. 57



DOELSTELLING 8

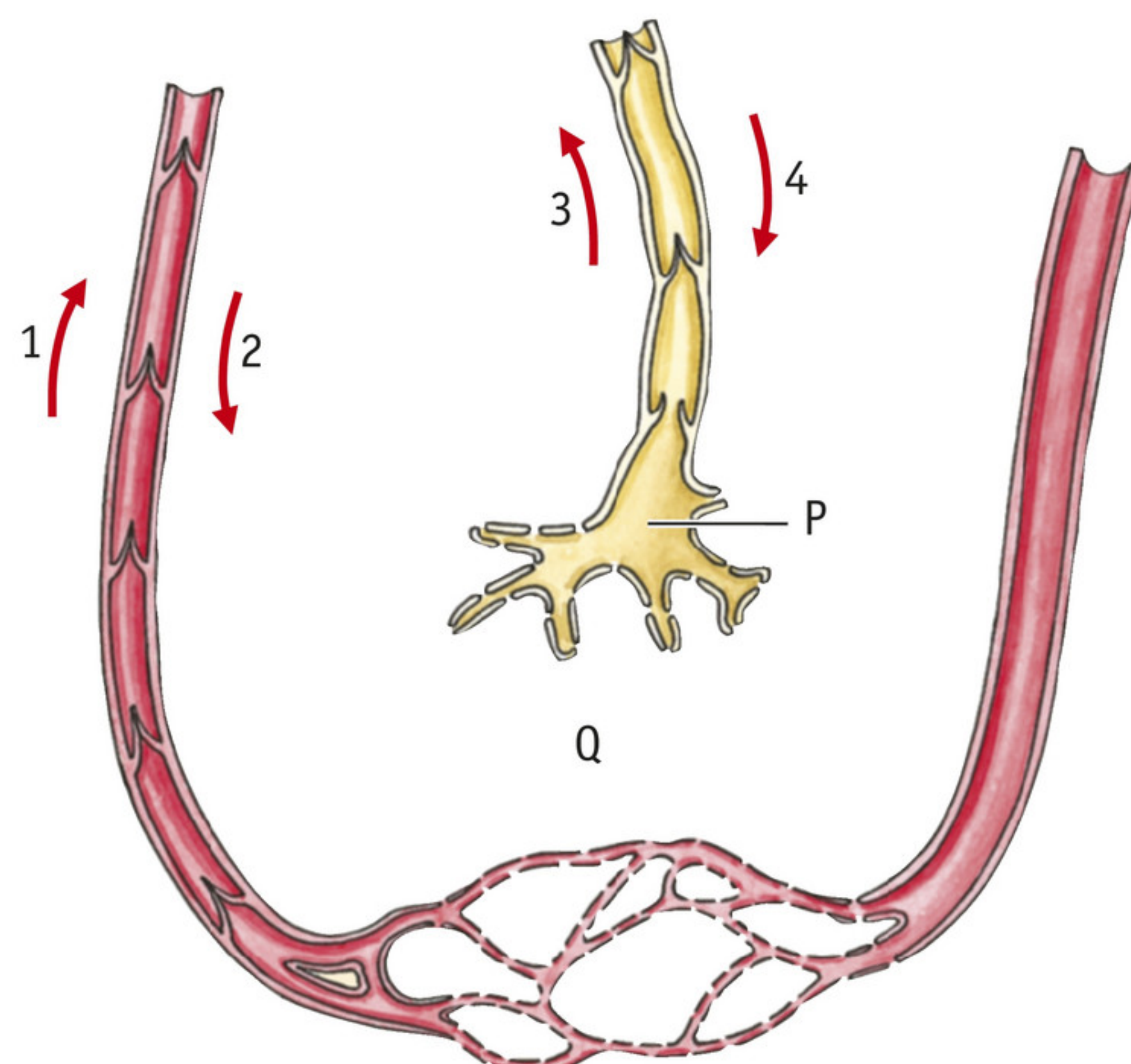
BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Weefselvloeistof ontstaat doordat in haarvaten vocht naar buiten wordt geperst. Bevat weefselvloeistof hormonen? En bevat weefselvloeistof vitaminen?
 - A Alleen hormonen.
 - B Alleen vitaminen.
 - C Zowel hormonen als vitaminen.
 - D Geen hormonen en geen vitaminen.
- 2 Enkele stoffen die in weefselvloeistof voorkomen, zijn glucose, koolstofdioxide, zouten en zuurstof. Welke van deze stoffen worden door de cellen opgenomen?
 - A Alleen glucose en zuurstof.
 - B Alleen glucose, zouten en zuurstof.
 - C Alleen koolstofdioxide en zouten.
 - D Glucose, koolstofdioxide, zouten en zuurstof.
- 3 Twee leerlingen doen een uitspraak over lymfe. Achmed zegt dat lymfe wordt geproduceerd in de lymfeknopen. Cernik zegt dat het lymfevatenstelsel lymfe afgeeft aan het bloed. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Achmed heeft gelijk.
 - B Alleen Cernik heeft gelijk.
 - C Achmed en Cernik hebben allebei gelijk.
 - D Achmed en Cernik hebben geen van beiden gelijk.

Afbeelding 58 is een schematische tekening van een aantal vaten: een ader, haarvaten, een lymfevat en een slagader. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

▼ Afb. 58 Enkele vaten (schematisch).



- 4 Welke pijl geeft de juiste stroomrichting aan in een lymfevat?
- A Pijl 1.
 - B Pijl 2.
 - C Pijl 3.
 - D Pijl 4.
- 5 Kunnen zich op plaats P witte bloedcellen bevinden?
En kan zich op plaats P zuurstof bevinden?
- A Alleen witte bloedcellen.
 - B Alleen zuurstof.
 - C Zowel witte bloedcellen als zuurstof.
 - D Geen witte bloedcellen en ook geen zuurstof.
- 6 Zwangere vrouwen hebben een grotere hoeveelheid bloed. Een gevolg daarvan is dat een vrouw zwangerschapsoedeem kan krijgen. Vooral de enkels kunnen dan opzwellen doordat er te veel vocht in de weefsels zit.
Twee leerlingen doen een uitspraak over de oorzaak van zwangerschapsoedeem.
Fahrida zegt dat er meer vocht vanuit de bloedvaten naar het weefsel wordt geperst.
Sunitha zegt dat de lymfevaten tijdens de zwangerschap niet goed werken.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Alleen Fahrida heeft gelijk.
 - B Alleen Sunitha heeft gelijk.
 - C Fahrida en Sunitha hebben allebei gelijk.
 - D Fahrida en Sunitha hebben geen van beiden gelijk.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Onderzoek van hart en bloedvaten

Als je vaak duizelig of moe bent of hoofdpijn hebt, kan je huisarts je bloeddruk meten. Een te hoge of te lage bloeddruk kan voor de huisarts een aanwijzing zijn voor bepaalde ziekten.

Soms is verder onderzoek nodig. Je gaat dan een inspanningsproef doen terwijl er een elektrocardiogram wordt gemaakt.

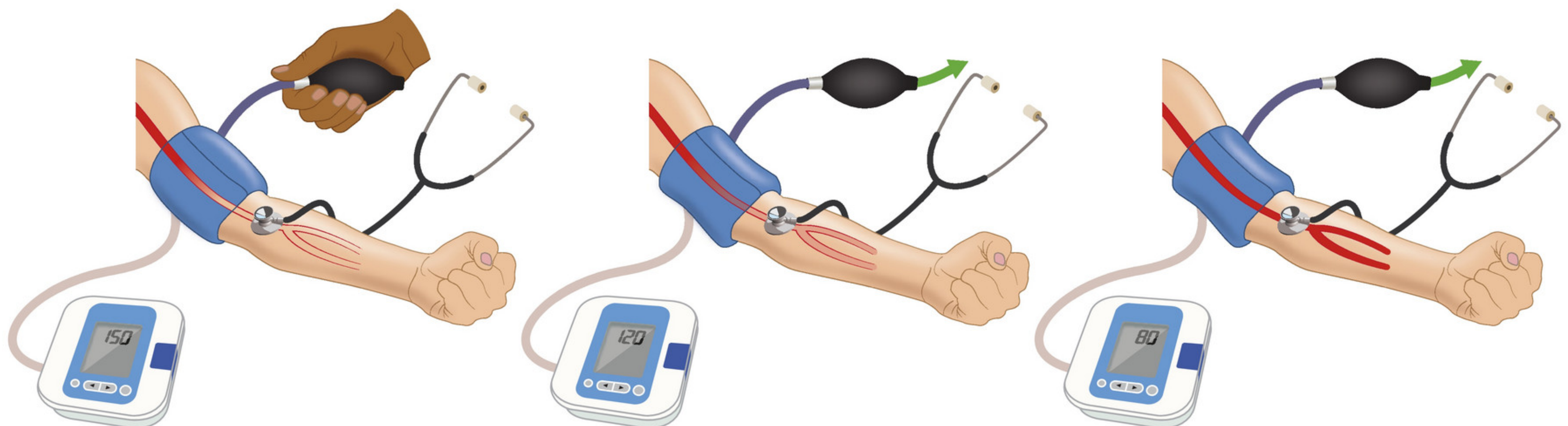
Door afwijkingen in het hart en bloedvaten op tijd op te sporen en te behandelen, worden veel levens gered.

BLOEDDRUKMETING

De bloeddruk in slagaders gaat tijdens een hartslag sterk op en neer. De bloeddruk is het hoogst tijdens het samentrekken van de hartkamers. Deze druk wordt de bovendruk genoemd. De bloeddruk is het laagst tijdens het ontspannen van de hartkamers. Dit is de onderdruk.

Om de bloeddruk te meten brengt de arts om de bovenarm van een persoon een manchet (een soort band) aan. In de manchet wordt lucht gepompt. Hierdoor wordt de armslagader dichtgedrukt. De arts controleert met een stethoscoop of er geen bloed meer door de armslagader stroomt (zie afbeelding 59.1). De druk in de manchet is dan hoger dan de hoogste waarde van de bloeddruk in de armslagader.

▼ Afb. 59 Meting van de bloeddruk.



1 de manchet wordt opgepompt tot een druk die hoger is dan de hoogste bloeddruk in de armslagader

2 er is lucht ontsnapt uit de manchet tot de armslagader bij elke hartslag een klein beetje bloed begint door te laten: de arts leest de bovendruk af

3 er is zo veel lucht ontsnapt dat de bloedstroom door de armslagader gelijkmatig verloopt: de arts leest de onderdruk af

Hierna laat de arts langzaam lucht uit de manchet ontsnappen. Op een gegeven moment is de druk in de manchet zo ver gedaald dat bij elke samentrekking van de linkerhartkamer de bloeddruk in de armslagader net iets groter wordt dan de druk in de manchet. De armslagader wordt dan bij

elke samentrekking van de linkerhartkamer heel even opgeduwd en laat een klein beetje bloed door. Dit is met de stethoscoop als een stootsgewijs schavend geluid te horen: het vaatgeruis. De arts leest dan de bovendruk af (zie afbeelding 59.2).

Vervolgens laat de arts meer lucht uit de manchet ontsnappen. Op een gegeven moment is de druk in de manchet kleiner geworden dan de laagste waarde van de bloeddruk in de armslagader. Vanaf dat moment stroomt het bloed ongehinderd door de armslagader en is met de stethoscoop geen vaatgeruis meer te horen. De arts leest dan de onderdruk af (zie afbeelding 59.3).

Artsen geven de bloeddruk meestal in millimeter kwikdruk weer. Bij volwassenen komt gemiddeld een bovendruk van 120 mm kwikdruk en een onderdruk van 80 mm kwikdruk voor. Bij veel mensen stijgt de bloeddruk met de leeftijd.

Steeds meer mensen hebben thuis een bloeddrukmeter waarmee ze hun bloeddruk opmeten. Er zijn allerlei bloeddrukmeters te koop, bijvoorbeeld een digitale polsbloeddrukmeter (zie afbeelding 60).

► **Afb. 60** Digitale polsbloeddrukmeter.



▼ **Afb. 61** Patiënt met elektroden op de borst geplakt.



ECG

Impulsen die het samentrekken van het hartspierweefsel veroorzaken, ontstaan in het hart zelf. Stoornissen bij het ontstaan van impulsen kunnen worden opgespoord met een elektrocardiogram (ecg). Dit is een grafiek van de elektrische activiteit van het hart. Bij het maken van een ecg worden op verschillende plaatsen op het lichaam elektroden geplaatst (zie afbeelding 61). Deze elektroden zijn verbonden met een meetapparaat. Het ecg-apparaat meet de impulsen van het hart en zet de gegevens op een papierstrook. Een cardioloog (hartspecialist) kan hiermee afwijkingen in de hartwerking zien.

Om te kijken of de doorbloeding van de hartspier tijdens inspanning goed is, wordt een inspanningstest gedaan (zie afbeelding 62). De patiënt moet zich dan inspannen door te lopen op een loopband of te fietsen op een hometrainer. Tijdens de inspanning wordt een ecg gemaakt en wordt de bloeddruk gemeten. Een inspanningstest wordt gedaan bij mensen die klachten hebben in de borststreek of mensen met hartritmestoornissen. Als de test aangeeft dat er een afwijking is, volgt vaak een hartkatheterisatie.

▼ Afb. 62

Inspanningstest

Een inspanningstest is niet voor watjes. De patiënt moet flink blijven doortrappen terwijl de weerstand op de hometrainer langzaam wordt opgevoerd. De fietser werkt zich in het zweet en moet ondertussen ook nog aangeven of hij (pijn)klachten krijgt. De test gaat door totdat de fietser niet meer kan of totdat de maximale hartfrequentie is bereikt. Deze kun je berekenen door bij vrouwen de leeftijd van 200 af te trekken, en bij mannen de leeftijd van 220 af te trekken. Een jongen van 16 jaar heeft dus een maximale hartfrequentie van 204 hartslagen per minuut.

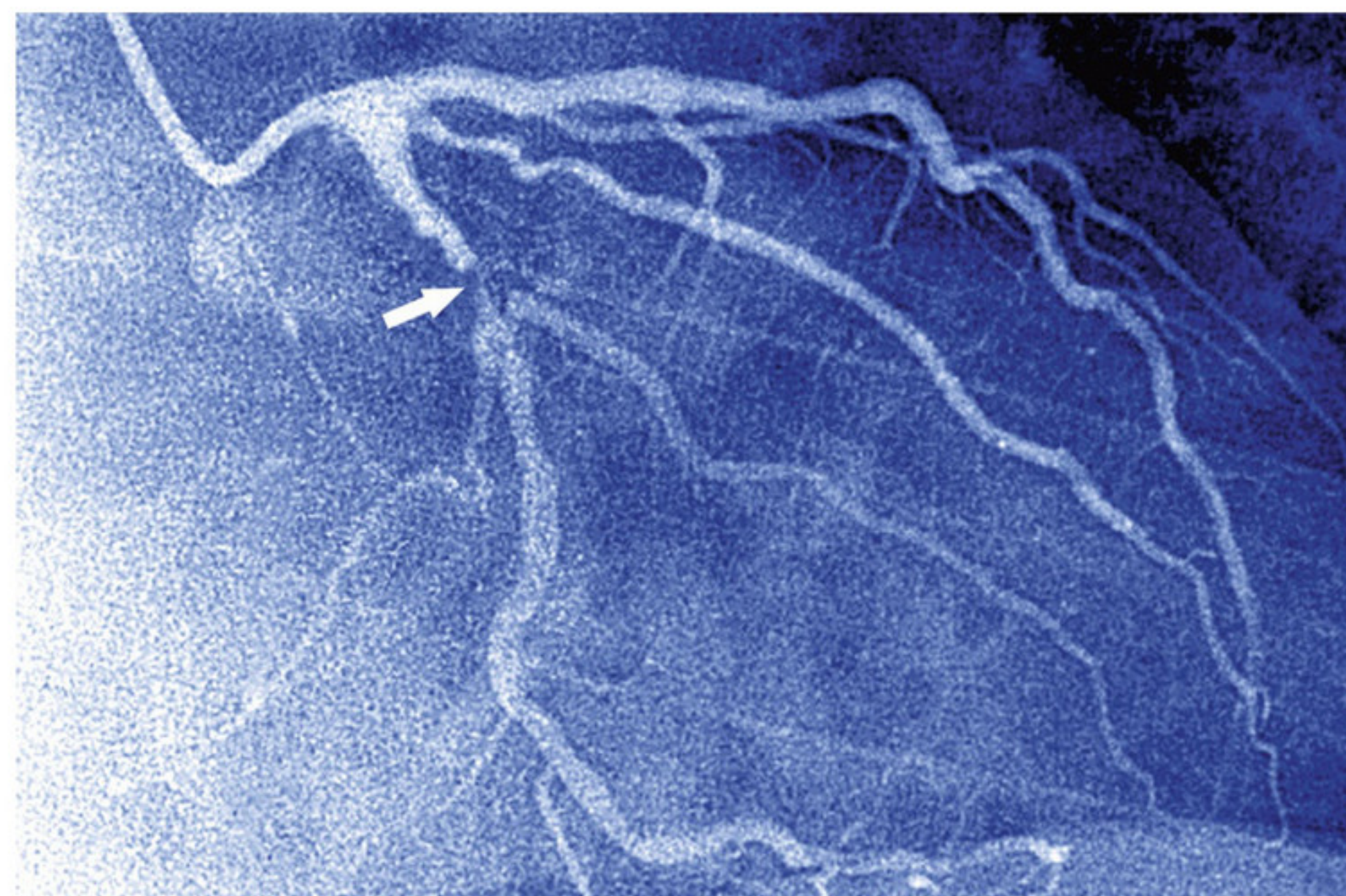


HARTKATHETERISATIE

Een hartkatheterisatie is een onderzoek om te kijken of er afwijkingen in de werking van het hart of de hartkleppen zijn. Ook kunnen met dit onderzoek vernauwingen in de kransslagaders worden opgespoord. Voor een hartkatheterisatie wordt een hol buisje (katheter) in de slagader in de lies, pols of elleboog gebracht. De arts duwt het buisje naar het hart en spuit daar een contrastvloeistof in de bloedstroom. Op een scherm is deze contrastvloeistof goed te zien zodat eventuele vernauwingen van kransslagaders in beeld komen (zie afbeelding 63). Als er vernauwingen zijn, volgt er een behandeling om dit probleem te verhelpen.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 134

- **Afb. 63** Op het computerscherm wordt het beeld weergegeven van de kransslagaders tijdens een hartkatheterisatie.



2 Werken met contexten

Tijdens het examen biologie krijg je soms een serie vragen die je met behulp van contexten of een aantal korte artikelen (informatiebronnen) moet beantwoorden.

In deze verrijkingstof ga je oefenen in het werken met informatiebronnen over cholesterol.

In het werkboek staan vijf informatiebronnen. Op het eerste gezicht bevatten deze heel veel informatie. Het zou veel tijd kosten als je alle artikelen moet doorlezen om de informatie te vinden die je nodig hebt om één vraag te kunnen beantwoorden. Op het examen kun je dan in tijdnood komen. Je kunt op een snellere manier te werk gaan. Dat doe je als volgt:

- Bekijk eerst elk artikel vluchtig. Je hoeft niet precies op te nemen wat er allemaal in het artikel staat, maar je moet een idee hebben waar het artikel over gaat.
- Geef in elk artikel één of twee kernwoorden aan. Dat zijn de belangrijkste woorden van het artikel. Vaak geeft de kop informatie over het artikel. Op het examen kun je de kernwoorden onderstrepen.
- Lees de eerste vraag. Zoek uit welk kernwoord bij de vraag past. Waarschijnlijk bevat dan het bijbehorende artikel de informatie die je nodig hebt om de vraag te kunnen beantwoorden.
- Kun je geen kernwoord vinden dat bij de vraag past? Ga dan naar de volgende vraag. De overgeslagen vragen kun je op het laatst doen.
- Heb je een kernwoord gevonden dat bij de vraag past? Lees dan het artikel nauwkeurig door en beantwoord de vraag.
- Herhaal deze werkwijze met de tweede en overige vragen.
- Heb je de laatste vraag gehad? Kijk dan of je vragen hebt overgeslagen. Probeer ook deze vragen te beantwoorden.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 136

3 Practicum: de bouw van een zoogdierhart

In de basisstof is de bouw van het hart van de mens behandeld. In deze verrijkingstof ga je in een practicum de bouw van het hart van een zoogdier bestuderen. Het hart is afkomstig van een kalf, van een schaap of van een varken. Je maakt tekeningen van de buitenkant van het hart en van een deel van de binnenkant van het hart.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 140

► **Afb. 64** Hart van een zoogdier.



Examentrainer

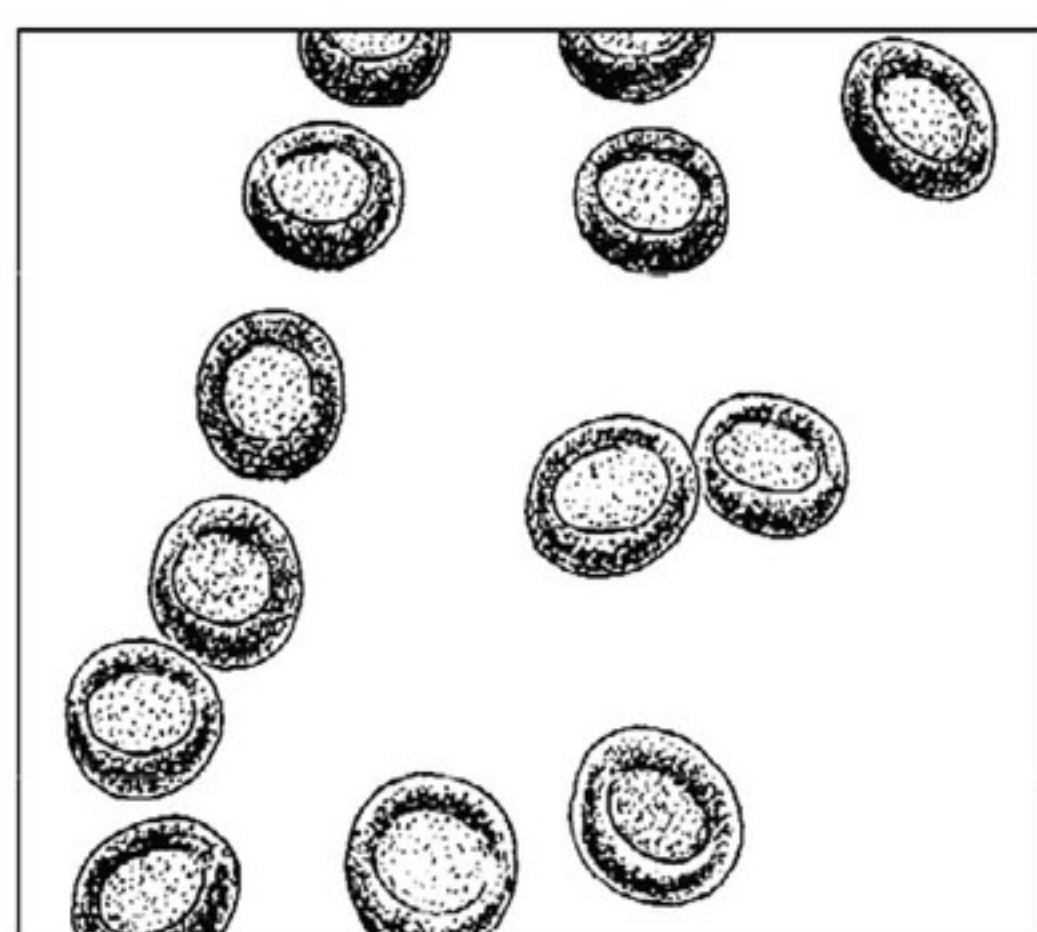
BLOEDZIEKTEN

Bron: examen vmbo-gt 2015-1, vraag 12.

Onno schrijft in een werkstuk de volgende informatie over enkele bloedziekten:

- 1 Trombocytopenie. Dit is een ziekte waarbij er een tekort is aan de bloeddeeltjes die het bloed laten stollen.
- 2 Leukemie. Bij deze ziekte worden in korte tijd heel veel van de bloeddeeltjes gemaakt die ziekteverwekkers onschadelijk maken. Deze bloeddeeltjes functioneren dan niet goed.
- 3 Sikkcelanemie. Dit is een erfelijke ziekte waarbij bepaalde bloeddeeltjes hun taak niet goed kunnen uitvoeren. Bovendien kunnen ze een afwijkende vorm krijgen (zie afbeelding 65).

▼ **Afb. 65** Rode bloedcellen (links: normale bloedcellen; rechts: sikkcelen).



- 2p **1** Hoe heten de bloeddeeltjes die volgens de informatie van Onno betrokken zijn bij ziekte 1? En hoe heten de bloeddeeltjes die betrokken zijn bij ziekte 2?
Schrijf je antwoord zó op:
Bij ziekte 1: ...
Bij ziekte 2: ...

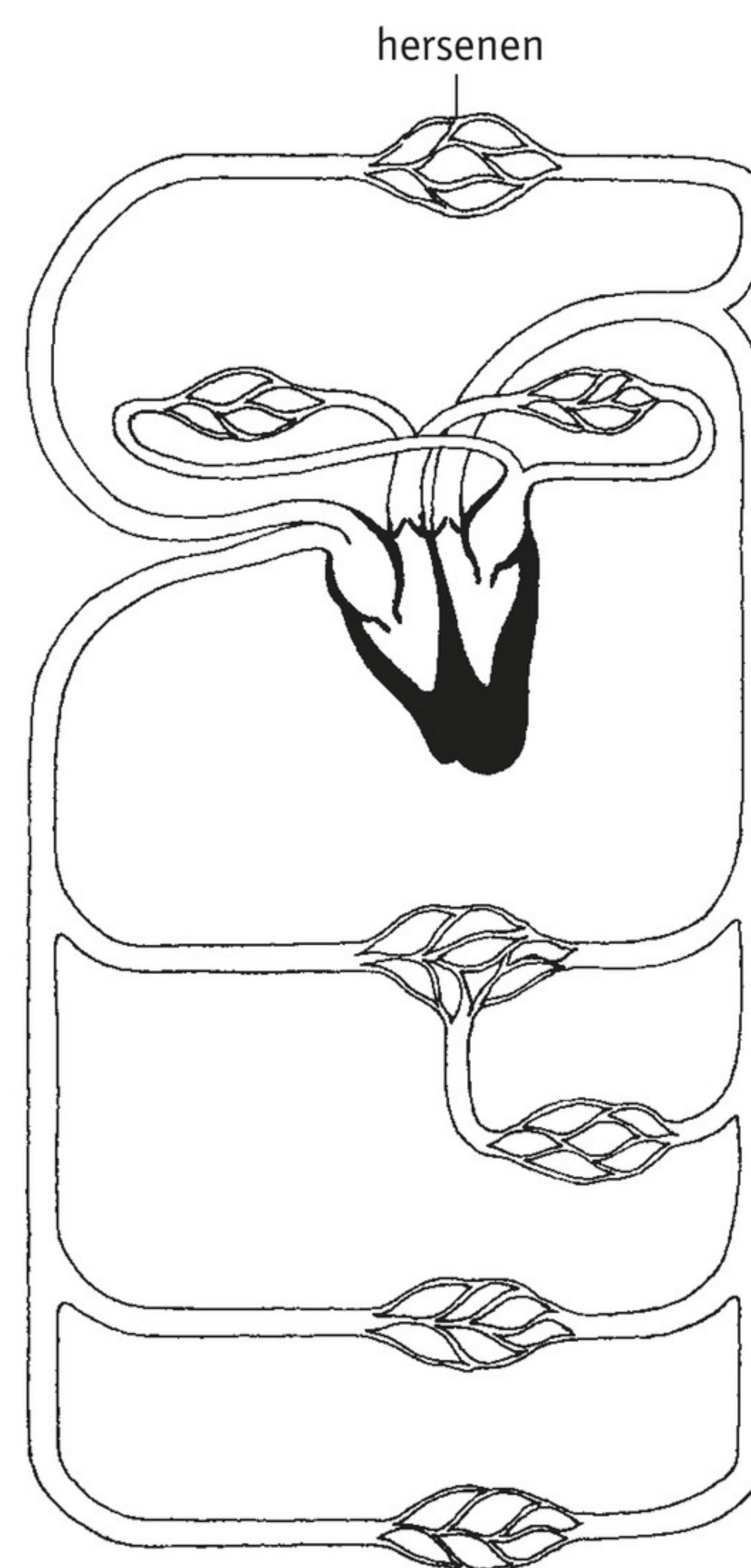
MALARIA

Naar: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 18.

Na een steek van een mug komen malariaparasieten in het bloed. Malariaparasieten tasten rode bloedcellen aan. Door aangetaste rode bloedcellen kunnen bloedvaten verstopt raken, bijvoorbeeld in de hersenen.

In afbeelding 66 zie je een schema van de bloedsomloop.

▼ **Afb. 66** De bloedsomloop (schematisch).



Door malaria aangetaste bloedcellen worden met het bloed via de kortste weg vanuit de onderste holle ader naar de hersenen vervoerd. Daarbij passeert het bloed het hart twee keer.

- 1p **2** Wat is de juiste volgorde van de delen van het hart waardoor het bloed dan achtereenvolgens stroomt?
- A Linkerboezem – linkerkamer – rechterboezem – rechterkamer.
 - B Linkerkamer – linkerboezem – rechterkamer – rechterboezem.
 - C Rechterboezem – rechterkamer – linkerboezem – linkerkamer.
 - D Rechterkamer – rechterboezem – linkerkamer – linkerboezem.

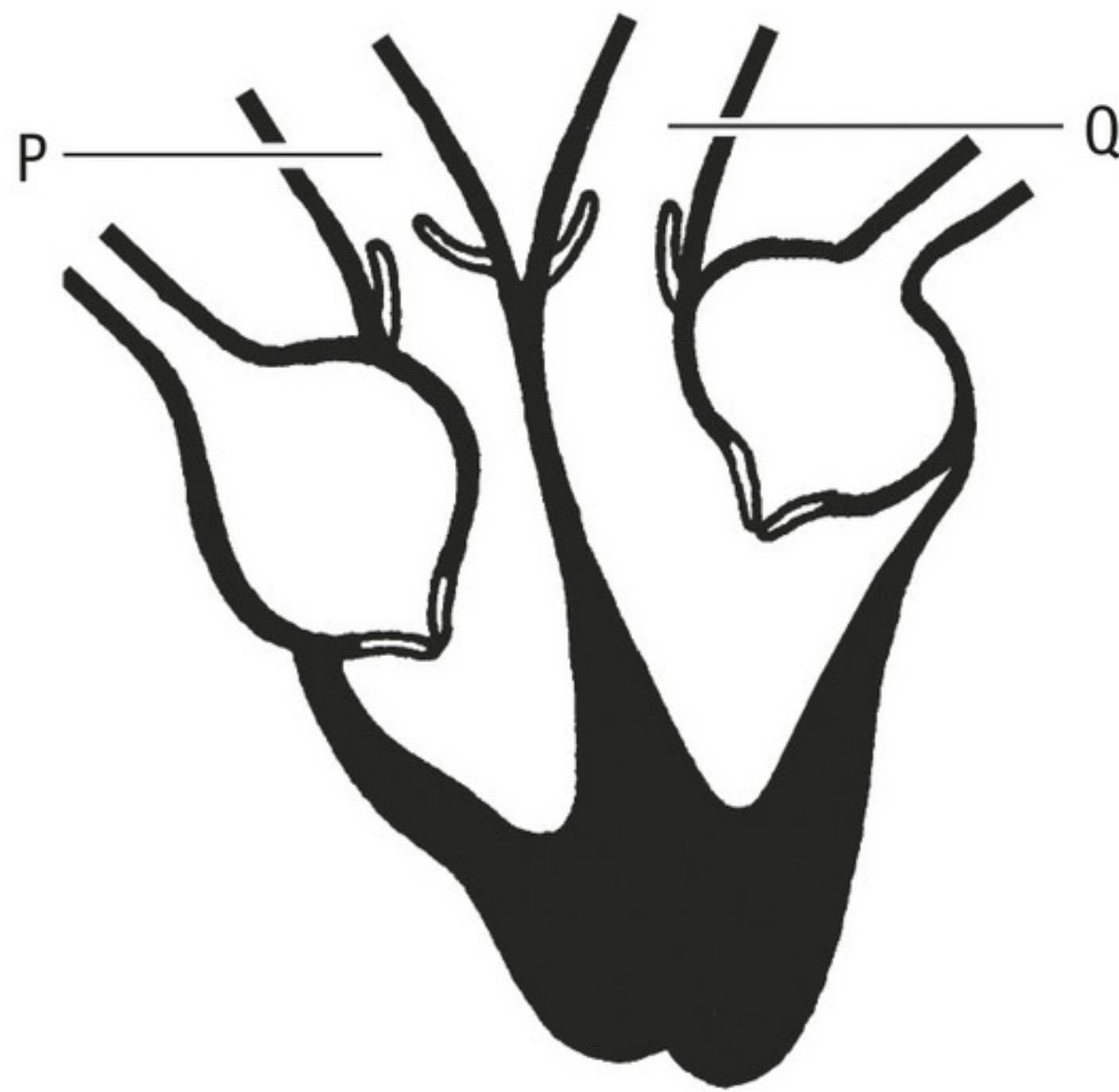
HARTKLEPPEN

Naar: examen vmbo-gt 2012-2, vraag 4.

In afbeelding 67 is het hart weergegeven op een moment dat de hartkleppen gesloten zijn. In de afbeelding zijn twee bloedvaten aangegeven met een letter.

- 2p **3** Hoe heten deze twee bloedvaten?

- ▼ **Afb. 67** Doorsnede van het hart met de hartkleppen gesloten en de halvemaanvormige kleppen open (schematisch).

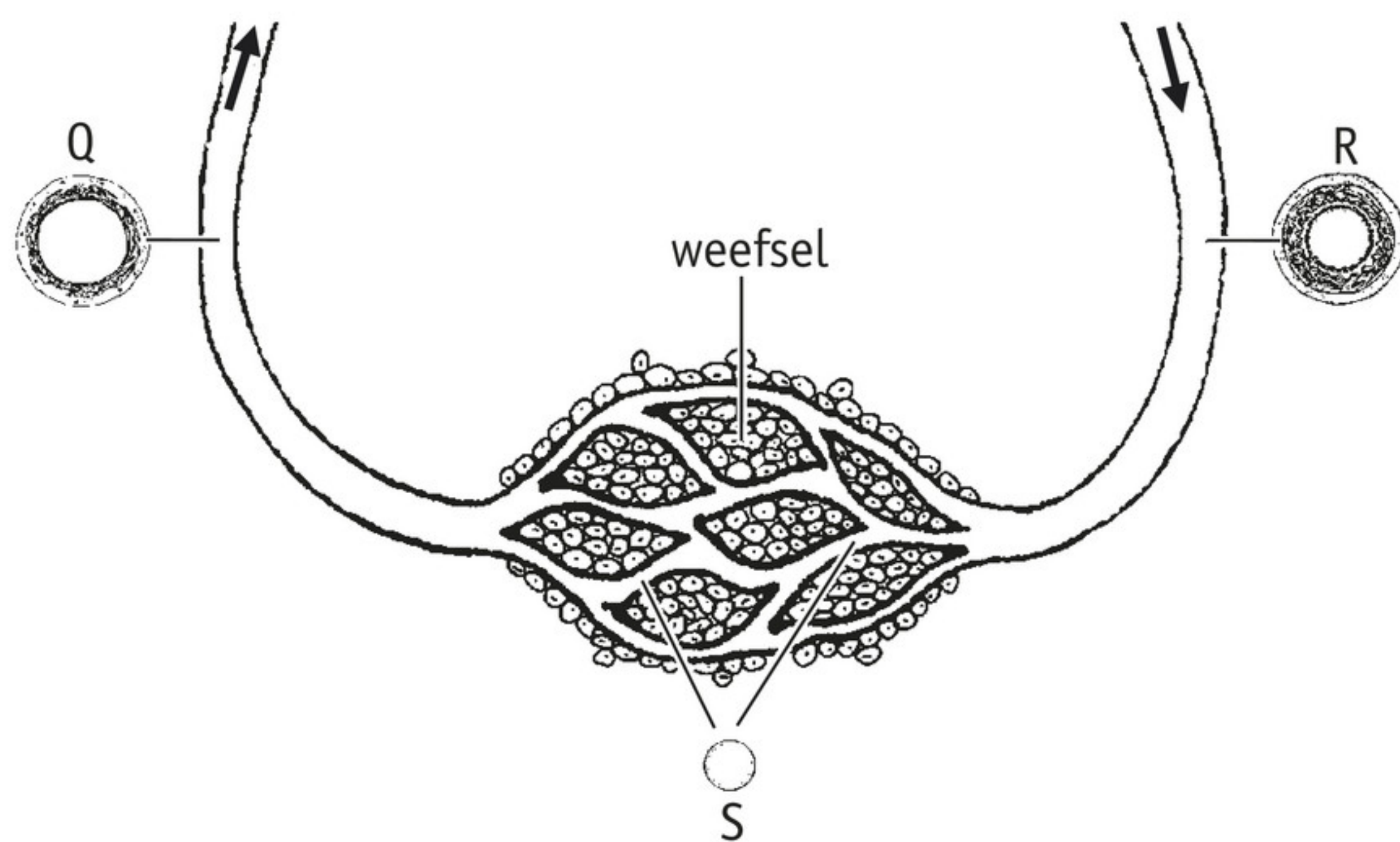


BLOEDVATEN

Naar: examen vmbo-gt 2013-1, vraag 9.

In afbeelding 68 zie je een schematische tekening van een deel van de bloedsomloop. Bij de letters Q, R en S staan dwarsdoorsneden van de bloedvaten getekend. Pijlen geven de stroomrichting van het bloed aan.

- ▼ **Afb. 68** Deel van de bloedsomloop (schematisch).



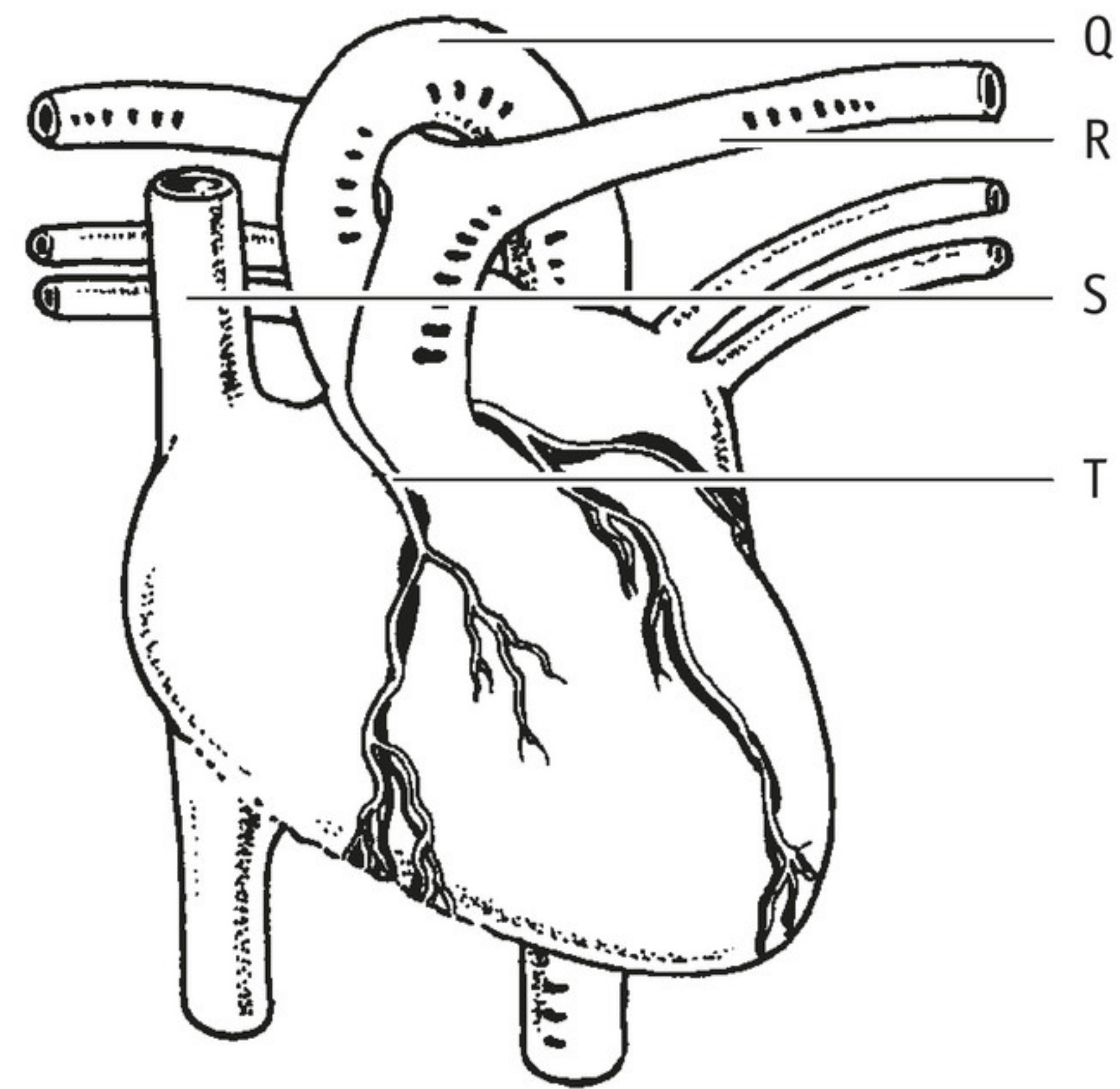
- 1p **4** Welke letter stelt een slagader voor: Q of R? Leg uit waaraan je dat kunt zien in de afbeelding.

VERNAUWING VAN EEN KRANSSLAGADER

Naar: examen vmbo-gt 2015-2, vraag 8 en 10.

In afbeelding 69 zie je een hart met enkele bloedvaten.

- ▼ **Afb. 69** De buitenkant van het hart met grote aders en slagaders (schematisch).



Een hartchirurg legt een bypass aan tussen de aorta en een kransslagader.

- 2p **5** Door welke letters worden deze twee bloedvaten aangegeven?

Het gehalte aan cholesterol in het bloed kan een rol spelen bij het ontstaan van vernauwingen in de bloedvaten. Cholesteroldeeltjes kunnen in de wand van bloedvaten terechtkomen, waarna ze worden opgenomen door bloeddeeltjes.

- 1p **6** Welke bloeddeeltjes nemen cholesterol in zich op?
- A Bloedplaatjes.
 - B Rode bloedcellen.
 - C Witte bloedcellen.

Plusvraag

BIERTJE? OF TOCH MAAR NIET?

Naar: examen havo 2016-1, vraag 26.

Alcoholgebruik in het verkeer veroorzaakt veel ongelukken. Met een blaastest wordt bepaald of iemand te veel alcohol in zijn bloed heeft. De blaastest meet de hoeveelheid alcohol die vanuit de longen in de uitgeademde lucht terechtkomt. Een aantal bloedvaten in alfabetische volgorde is: aorta, bovenste holle ader, halsslagader, longader, longslagader en onderste holle ader. Een molecuul alcohol wordt vanuit de maag in het bloed opgenomen.

- 2p **7** Door welke bloedvaten is dit molecuul alcohol in elk geval gekomen als het door een blaastest wordt gemeten? Kies uit de hiervoor gegeven bloedvaten.

7

Opslag, uitscheiding en bescherming



BASISSTOF

- | | |
|--|-----|
| 1 Een constant inwendig milieu | 130 |
| 2 De lever | 133 |
| 3 De nieren | 134 |
| 4 De huid en het onderhuidse bindweefsel | 136 |
| 5 Afweer | 139 |
| 6 Transplantaties en bloedtransfusies | 143 |

SAMENVATTING

147

DIAGNOSTISCHE TOETS

150

VERRIJKINGSSTOF

- | | |
|---|-----|
| 1 Informatie op waarde schatten: HPV-vaccinatie | 158 |
| 2 Standpunt bepalen: orgaandonatie | 159 |
| 3 Doelgerichte kankertherapie | 160 |

EXAMENTRAINER

161



Door je lichaam worden stoffen opgenomen en uitgescheiden. Sommige stoffen worden in je lichaam opgeslagen. Je leert welke rollen de lever, de nieren en de huid hebben bij deze processen.

De huid heeft ook een beschermende functie, onder andere tegen uitdroging, tegen beschadigingen en tegen infecties. Bij de bescherming tegen infecties zijn ook witte bloedcellen betrokken. In dit thema worden de afweerreacties tegen infecties behandeld. Ook leer je welke rol deze afweerreacties spelen bij transplantaties en bij bloedtransfusies.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Een constant inwendig milieu

▼ Afb. 1 Een blaar.



Je hebt vast weleens een blaar gehad. Het kleurloze vocht in een blaar is **weefselvloeistof** (zie afbeelding 1). Weefselvloeistof bevindt zich tussen de cellen van weefsels. De cellen nemen onder andere zuurstof en voedingsstoffen op uit de weefselvloeistof. De cellen produceren koolstofdioxide en andere afvalstoffen en geven deze af aan de weefselvloeistof.

INWENDIG EN UITWENDIG MILIEU

De weefselvloeistof in je lichaam vormt één geheel en vormt samen met het bloedplasma het **inwendige milieu**. De omgeving om je heen is het **uitwendige milieu**. De lucht in je longen en de inhoud van je darmkanaal worden tot het uitwendige milieu gerekend.

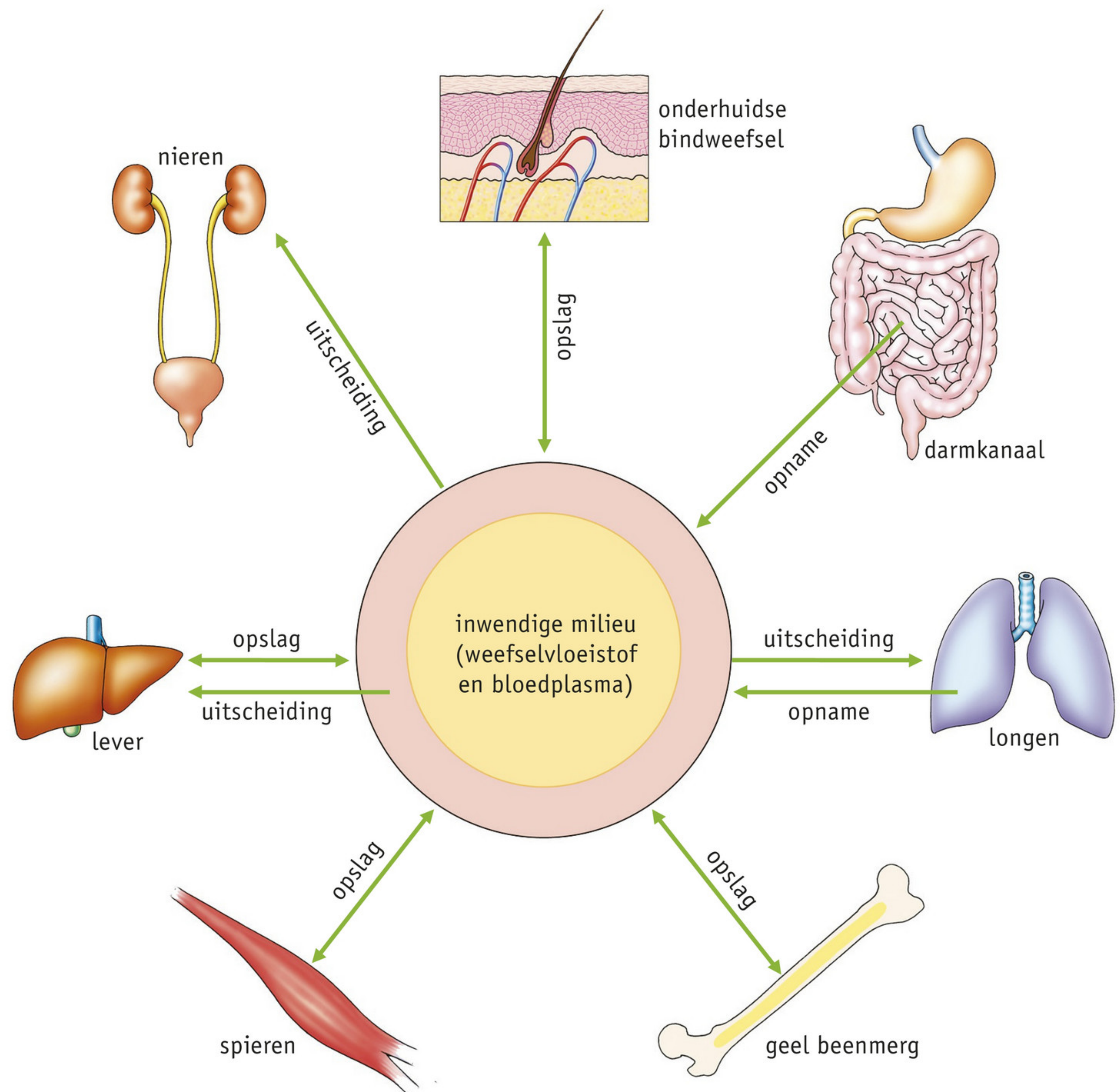
De samenstelling van het inwendige milieu wordt min of meer constant (gelijk) gehouden. Een constant inwendig milieu ontstaat door opname, opslag en uitscheiding van stoffen (zie afbeelding 2).

OPNAME, OPSLAG EN UITSCHEIDING

Door **opname** van stoffen uit het uitwendige milieu wordt voorkomen dat het inwendige milieu een tekort aan die stoffen krijgt. Het darmkanaal bijvoorbeeld neemt voedingsstoffen op in het bloed en de longen nemen zuurstof op in het bloed.

Als er een teveel van een stof in het inwendige milieu aanwezig is, kunnen bepaalde organen deze stoffen **opslaan**. De stof wordt dan aan het interne milieu onttrokken, maar blijft wel in het lichaam aanwezig. In de lever en in de spieren bijvoorbeeld wordt glucose omgezet in glycogeen, dat wordt opgeslagen. Vet wordt opgeslagen in het gele beenmerg van pijpbeenderen en onder de huid. Ook bepaalde mineralen (zouten) en sommige vitaminen worden opgeslagen. Eiwitten worden bij de mens niet opgeslagen. De opgeslagen stoffen kunnen weer in het inwendige milieu worden gebracht als een tekort aan de opgeslagen stof ontstaat.

▼ **Afb. 2** Zo wordt de samenstelling van het inwendige milieu constant gehouden.



Als er een teveel van een stof in het inwendige milieu aanwezig is, kunnen bepaalde organen deze stof ook **uitscheiden**. De stof wordt dan aan het interne milieu onttrokken en uit het lichaam verwijderd. De longen bijvoorbeeld geven koolstofdioxide uit het bloed af aan de lucht. Andere uitscheidingsorganen zijn de lever en de nieren. Via de lever en de nieren worden afvalstoffen uitgescheiden. De nieren scheiden ook water uit. In het dagelijks leven merk je dat je lichaam stoffen opneemt, opslaat en uitscheidt (zie afbeelding 3).

Hormonen, zintuigen en zenuwcellen spelen een belangrijke rol bij het handhaven van een vrij constant inwendig milieu. De hormonen insuline en glucagon bijvoorbeeld houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 144

▼ Afb. 3

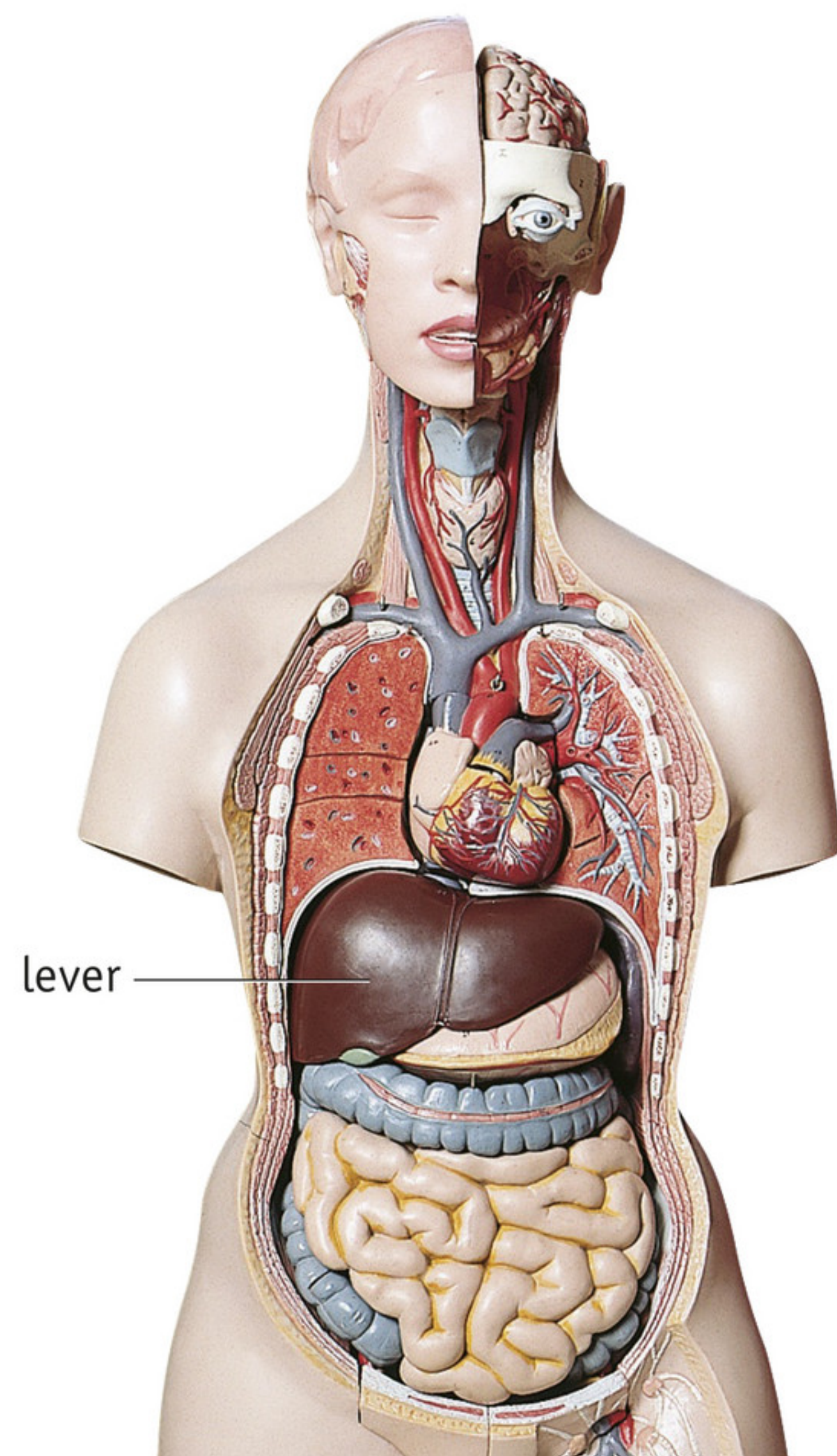
Fitness

Fenna heeft niet altijd zin om naar de sportschool te gaan om te fitnesssen. Maar haar vriendin haalt haar altijd op. Daarom gaat ze toch altijd. Haar programma begint met warmlopen op de loopband. Daarna doen ze samen krachttraining. Dan nemen ze even pauze. Fenna eet een broodje kroket, drinkt een glas cola en gaat naar het toilet om te plassen. Na de pauze doen ze een halfuurtje conditietraining.

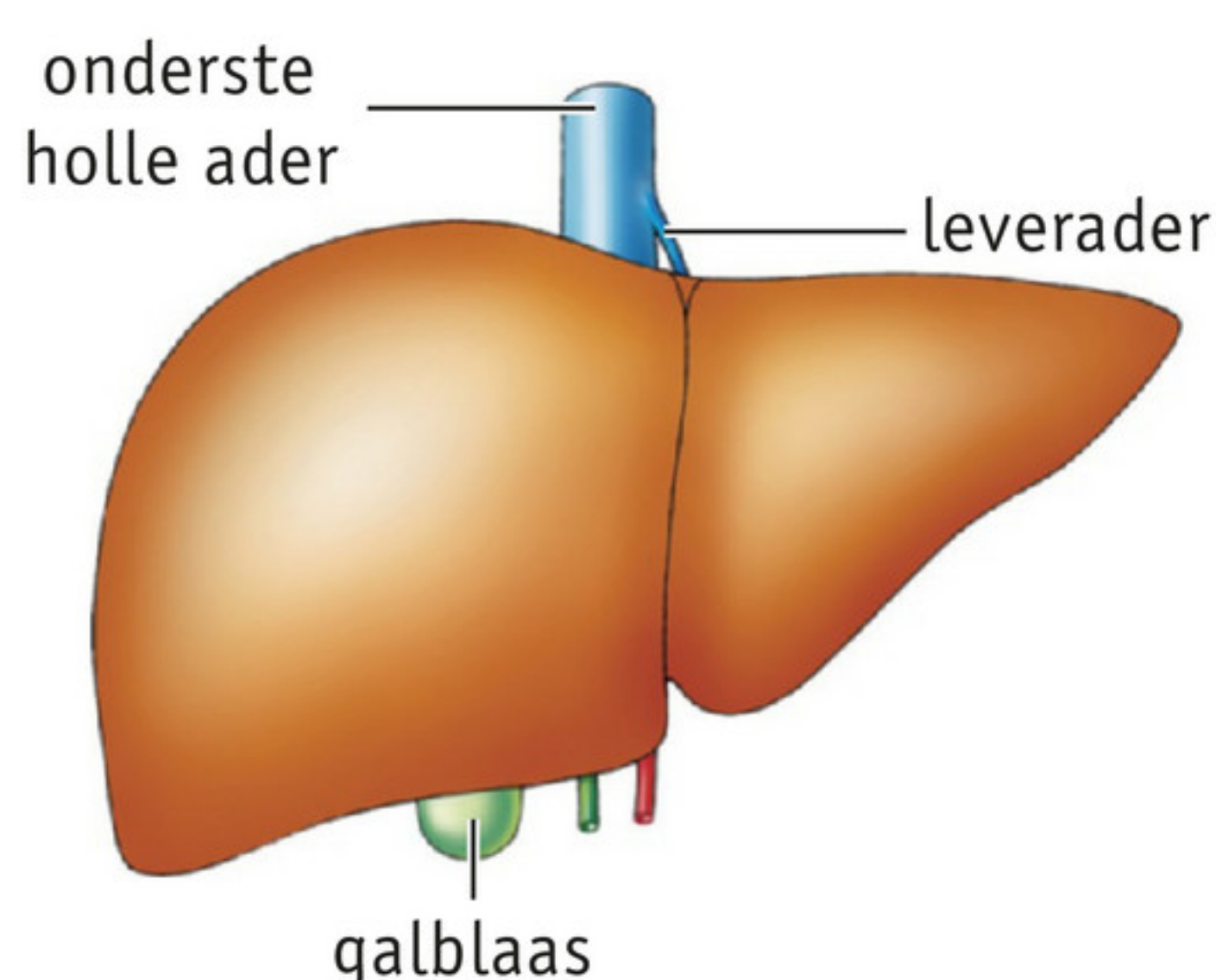


2 De lever

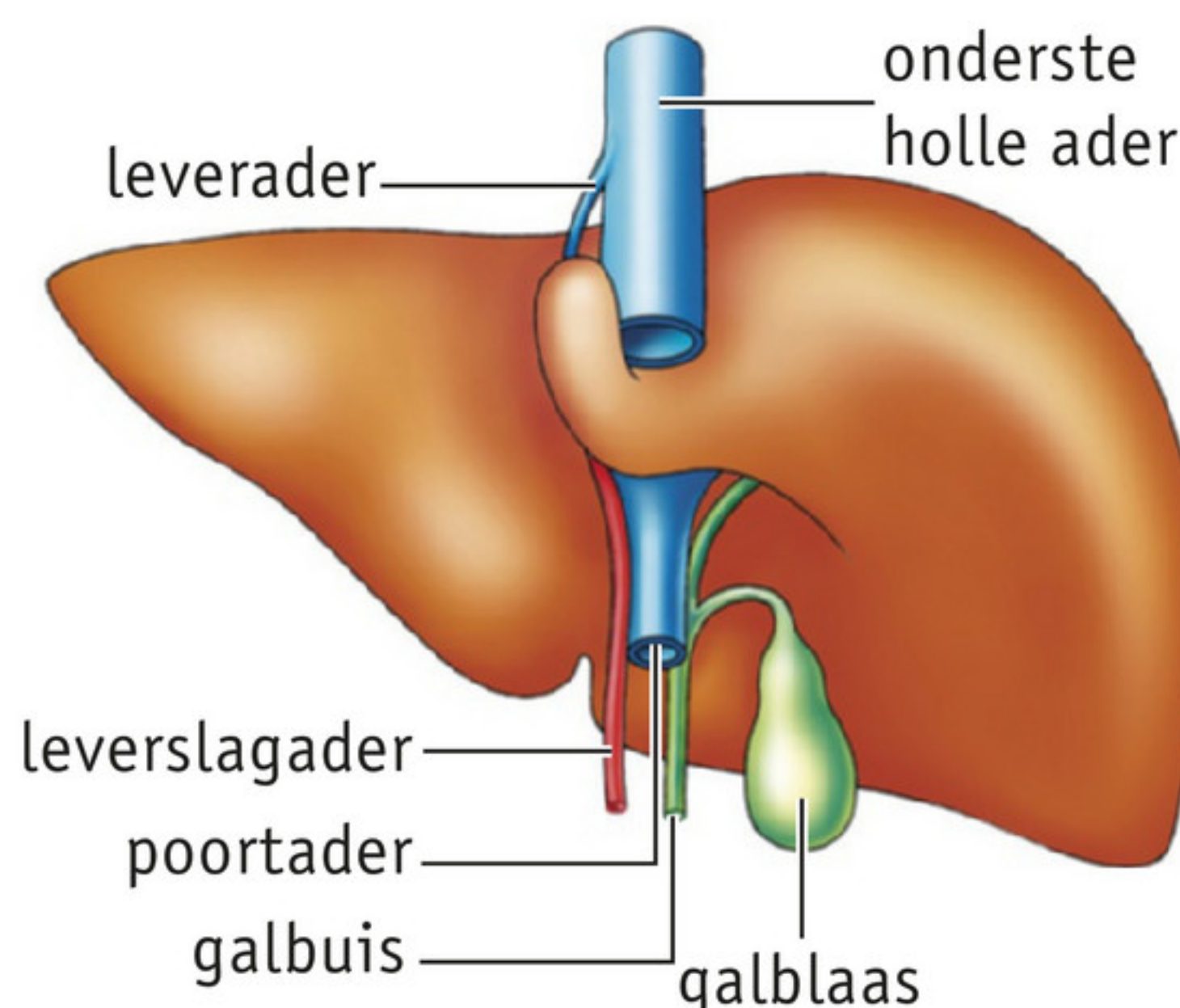
▼ Afb. 4 Ligging van de lever.



▼ Afb. 5 De lever (schematisch).



1 vooraanzicht



2 achteraanzicht

De lever ligt rechtsboven in de buikholte tegen het middenrif aan (zie afbeelding 4). Door de **leverslagader** stroomt zuurstofrijk bloed naar de lever (zie afbeelding 5). Door de **poortader** stroomt zuurstofarm bloed vanuit de wand van het darmkanaal naar de lever. Dit bloed kan veel glucose en andere voedingsstoffen (of verteringsproducten daarvan) bevatten, bijvoorbeeld na een maaltijd. Door de **leverader** stroomt bloed weg uit de lever.

FUNCTIES VAN DE LEVER

De lever heeft verschillende functies:

- De lever speelt een rol bij het constant houden van het glucosegehalte in het bloed. In de lever wordt glucose omgezet in **glycogeen**, dat wordt opgeslagen in de lever. Het opgeslagen glycogeen kan weer worden omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
- Ook bij de bewerking van voedingsstoffen speelt de lever een rol. De lever kan bijvoorbeeld uit eiwitten fibrinogeen vormen. Fibrinogeen is een plasma-eiwit dat een functie vervult bij de bloedstolling.
- De lever vormt gal die wordt uitgescheiden en tijdelijk wordt opgeslagen in de galblaas. Via de **galbuis** wordt gal naar de twaalfvingerige darm gevoerd. Gal emulgeert vetten.
- De lever breekt **afvalstoffen** af, zoals dode rode bloedcellen. Bij deze afbraak ontstaan galkleurstoffen die door de lever worden uitgescheiden met de gal. De galkleurstoffen verlaten het lichaam via de endeldarm. Ze geven de ontlasting een bruine kleur.
- Eiwitten kunnen niet in het lichaam worden opgeslagen. Overtollige eiwitten zijn afvalstoffen die de lever afbreekt. Daarbij ontstaat de giftige afvalstof **ureum**. Ureum wordt aan het bloed afgegeven en door de nieren uitgescheiden.
- De lever haalt **gifstoffen** uit het bloed en breekt deze af (bijvoorbeeld alcohol, drugs en medicijnen). De onwerkzaam gemaakte gifstoffen worden weer aan het bloed afgegeven en door de nieren uitgescheiden.

HEPATITIS

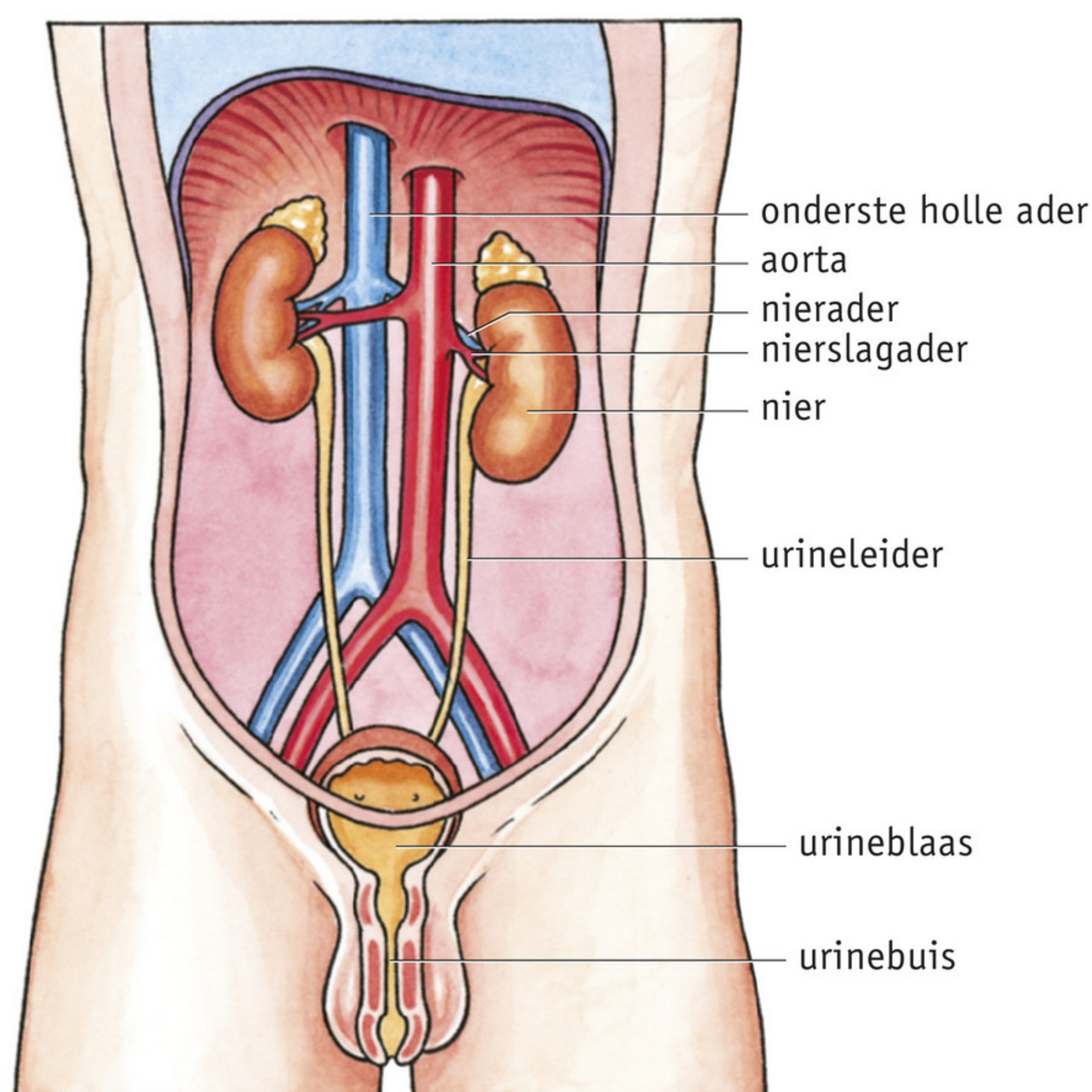
De lever kan ontstoken raken door een hepatitisvirus. Zo'n persoon heeft dan de ziekte **hepatitis**. Er bestaan verschillende vormen van hepatitis. Besmetting met hepatitis B kan plaatsvinden via bloed, sperma of vocht uit de vagina. De verschijnselen van hepatitis B zijn eerst mild. Later kan leverkanker ontstaan of kunnen levercellen afsterven (levercirrose).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 147

3 De nieren

De **nieren** liggen boven in de buikholte achter de lever en de maag. Door de **nierslagaders** stroomt zuurstofrijk bloed naar de nieren (zie afbeelding 6). Dit bloed bevat onder andere overtollige en schadelijke (afval)stoffen. De nieren verwijderen deze stoffen uit het bloed. Door de **nieraders** stroomt het gezuiverde bloed weg uit de nieren.

► **Afb. 6** De nieren en de urinewegen (schematisch).

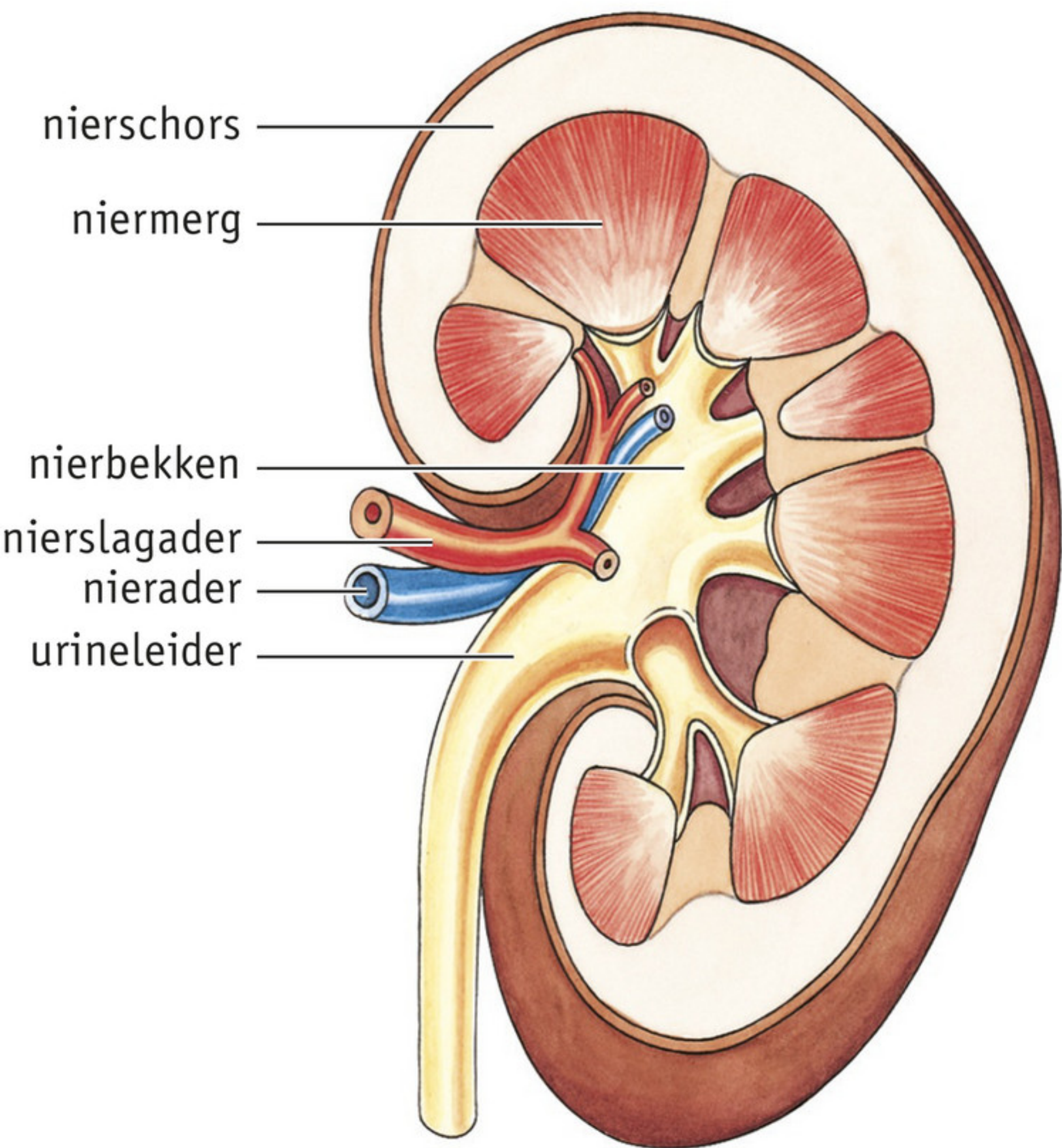


DELEN VAN DE NIER

Een nier bestaat uit nierschors, niermerg en nierbekken (zie afbeelding 7). In de **nierschors** en het **niermerg** vindt de uitscheiding plaats van overtollig water, overtollige zouten, afvalstoffen (onder andere ureum) en (onwerkzaam gemaakte) schadelijke stoffen. De verwijderde stoffen samen heten **urine**.

Urine wordt in de **nierbekkens** verzameld en via de **urineleiders** afgevoerd naar de urineblaas (zie afbeelding 6). In de **urineblaas** wordt de urine tijdelijk opgeslagen, zodat je niet voortdurend hoeft te plassen. Van tijd tot tijd wordt de urine uit de urineblaas afgevoerd via de **urinebuis**.

► **Afb. 7** Lengtedoorsnede van een nier (schematische tekening).



SAMENSTELLING VAN URINE

De samenstelling van urine is niet altijd gelijk. Het inwendige milieu kan veel water, zouten of afvalstoffen bevatten. Als je veel hebt gedronken, bevat de urine veel water en is dan lichtgeel (zie afbeelding 8). Als het ureumgehalte van het bloedplasma te hoog is, wordt veel ureum met de urine uitgescheiden. Door de uitscheiding van water, overtollige zouten en afvalstoffen wordt de samenstelling van het inwendige milieu constant gehouden.

WB OPDRACHT 8 T/M 15 BLZ. 150

▼ **Afb. 8**

Urinekleur

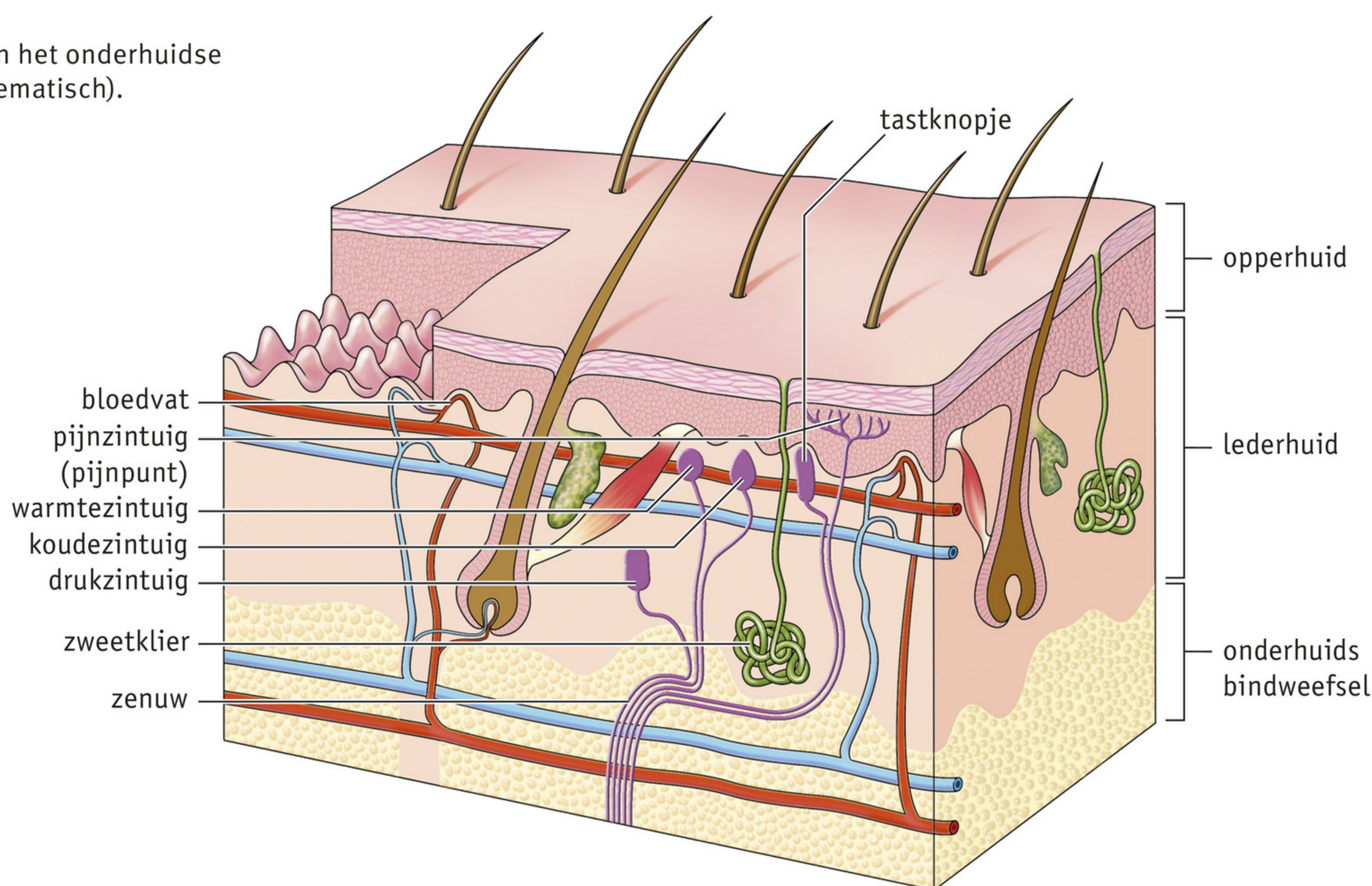
De ene keer is je urine lichtgeel en de andere keer donkergeel. Dat komt doordat je nieren steeds een gelijke hoeveelheid gele kleurstof uitscheiden. Als je veel drinkt, wordt de gele kleurstof verdund met water. Je urine is dan lichtgeel. Als je weinig drinkt, is het andersom. Je urine is dan donkergeel. In het schema zie je dat je nog meer kunt zien aan de kleur van je urine.

	normaal
	vochtttekort, meer drinken
	leverafwijking of ernstig vochtttekort
	bieten gegeten of bloed in urine, mogelijk door nier- of blaasafwijking
	altijd schuim op je urine duidt op eiwit in de urine door nierproblemen of een te eiwitrijk dieet

4 De huid en het onderhuidse bindweefsel

Wist je dat de huid het grootste orgaan van je lichaam is? De huid heeft dan ook veel functies. De huid beschermt het lichaam tegen invloeden van buiten, zoals beschadigingen, infecties en ultraviolette straling. De huid gaat ook waterverlies door verdamping tegen. Hierdoor wordt uitdroging voorkomen. De huid bestaat uit twee delen: de opperhuid en de lederhuid (zie afbeelding 9).

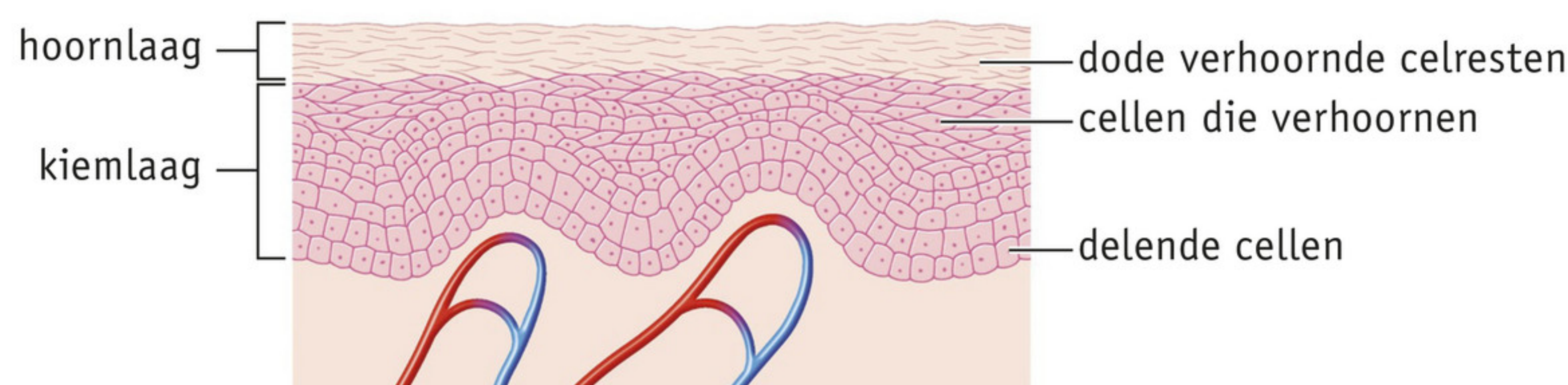
▼ **Afb. 9** De huid en het onderhuidse bindweefsel (schematisch).



OPPERHUID

De **opperhuid** bestaat uit twee lagen: de kiemlaag en de hoornlaag. De **kiemlaag** bestaat uit levende cellen. De binnenste laag cellen van de kiemlaag deelt zich voortdurend. Daardoor komen er steeds nieuwe kiemlaagcellen bij. De kiemlaagcellen die daarboven liggen, schuiven op naar buiten en verhoornen. Dat wil zeggen dat ze veel hoornstof maken. Hoornstof komt ook voor in haren en nagels. Als de cellen zijn verhoornd, sterven ze af (zie afbeelding 10). De **hoornlaag** bestaat uit dode, verhoornde celresten.

► **Afb. 10** Verhoorning van de opperhuid (schematisch).

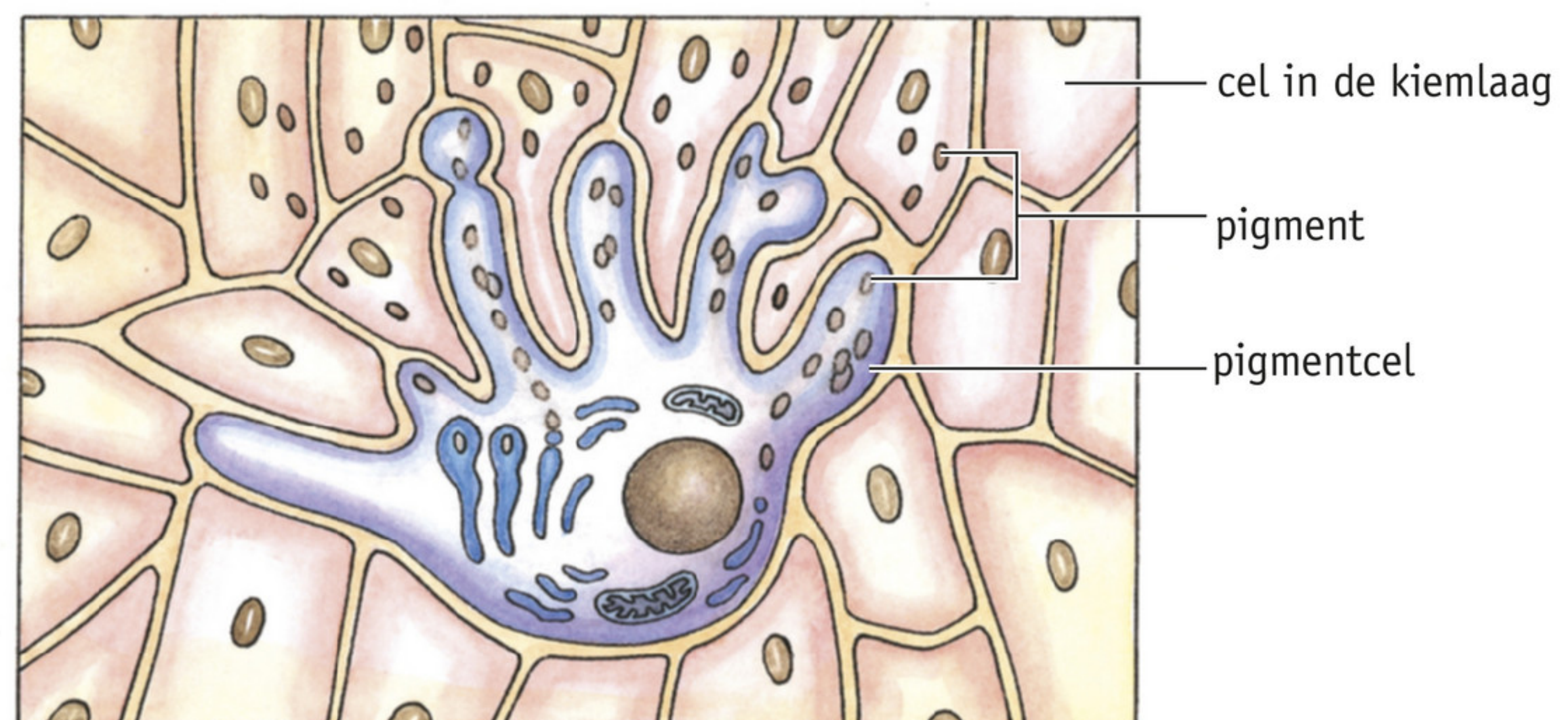


De hoornlaag beschermt het lichaam tegen beschadigingen, uitdroging en infecties. De hoornlaag slijt aan de buitenkant steeds af. Op een aantal plaatsen (bijvoorbeeld bij de voetzolen) is de hoornlaag extra dik. Je noemt dat **eelt**.

In de opperhuid liggen geen bloedvaten. De cellen van de kiemlaag krijgen voedingsstoffen en zuurstof via de weefselvloeistof vanuit de lederhuid. De cellen van de kiemlaag bevatten **pigment**. Deze donkere kleurstof beschermt de delende cellen in de kiemlaag tegen de schadelijke invloed van ultraviolette straling in zonlicht. In deel 3 heb je geleerd dat langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht de kans op huidkanker vergroot. Pigmentcellen in de kiemlaag geven pigment af aan de cellen in de omgeving (zie afbeelding 11).

Door de opperhuid heen steken **haren**. Een haar is in de huid omgeven door een haarzakje. Een **haarzakje** is een uitstulping van de kiemlaag in de lederhuid. Een haar groeit van onderen uit het haarzakje. In de haarzakjes bevinden zich **talgklieren** die talg afscheiden. **Talg** is een vettige stof die het haar en de hoornlaag soepel houdt.

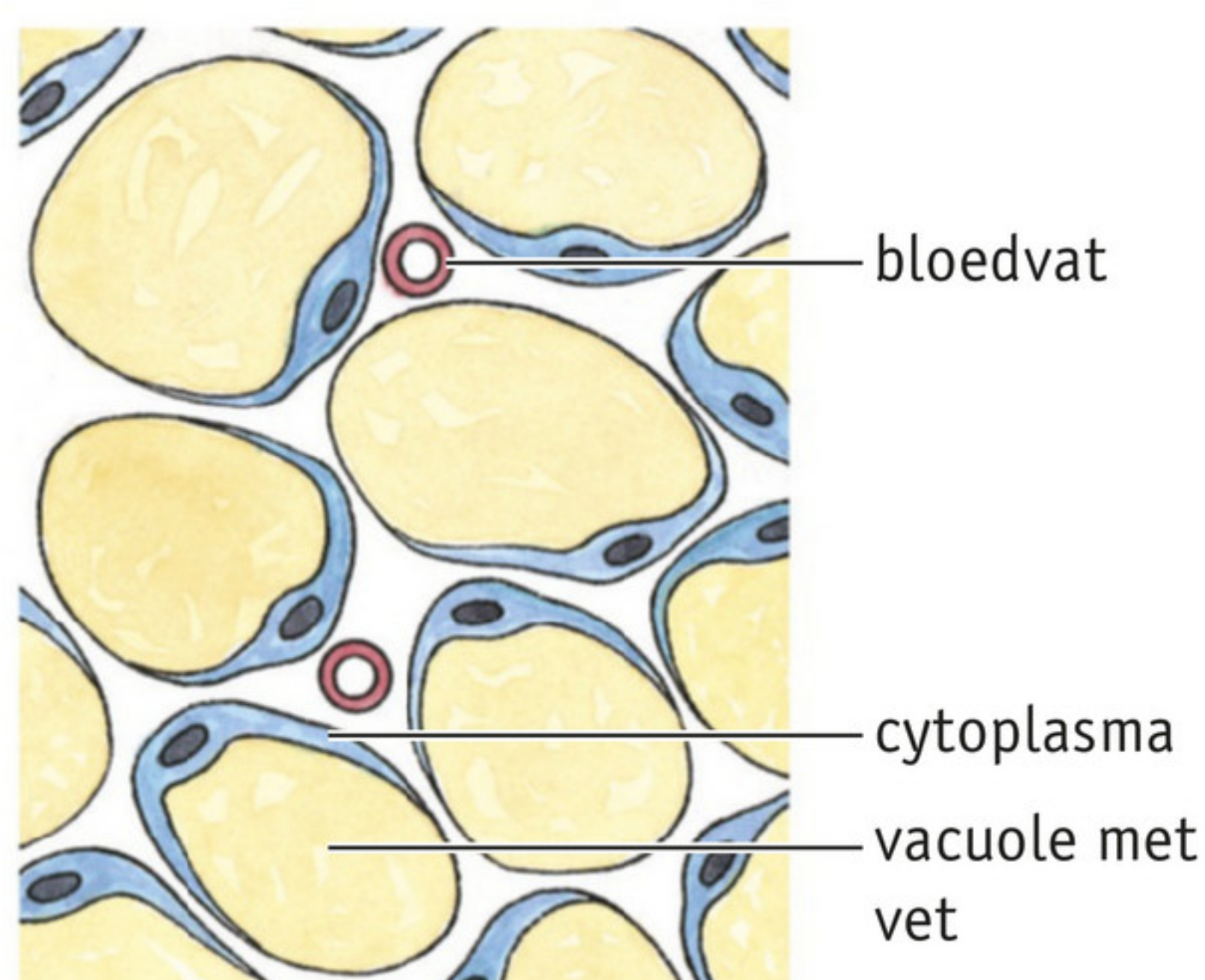
► **Afb. 11** Pigment in de kiemlaag.



LEDERHUID

In de lederhuid liggen bloedvaten, **haarspiertjes**, **zweetklieren** met **zweetkanaaltjes**, zintuigen en uitlopers van zenuwcellen. In deel 3 heb je geleerd dat er warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen in de huid liggen. De tastzintuigen liggen in tastknopjes die vlak onder de kiemlaag liggen. Ook heb je geleerd dat pijn wordt waargenomen met de uiteinden van bepaalde zenuwen: de **pijnzintuigen** of **pijnpunten**. Pijnzintuigen komen overal in het lichaam voor, behalve in de hoornlaag. In de kiemlaag komen wel pijnzintuigen voor.

▼ **Afb. 12** Vetcellen.



ONDERHUIDSE BINDWEEFSEL

Onder de huid ligt het **onderhuidse bindweefsel**. In het onderhuidse bindweefsel ligt vet opgeslagen in **vetcellen** (zie afbeelding 12). Vetcellen hebben een grote vacuole waarin het vet is opgeslagen. Het vet dient als reservevoedsel. Het vet vormt ook een isolerende laag, waardoor warmteverlies wordt tegengegaan.

REGELING VAN DE LICHAAMSTEMPERATUUR

De mens is net als alle zoogdieren en vogels warmbloedig. Het lichaam heeft een vrijwel constante lichaamstemperatuur van 37 °C. De lichaamstemperatuur blijft constant als er een evenwicht is tussen de **warmteproductie** en de **warmteafgifte**.

Als het lichaam warmer wordt dan 37 °C, kan de warmteproductie worden verlaagd door minder verbranding. Bij verbranding ontstaat warmte. Door weinig te bewegen wordt de verbranding lager en ontstaat minder warmte. Bij warmte worden ook de bloedvaten in de huid wijder. De kleur van de huid wordt roder en het warme bloed in de huid geeft dan veel warmte af. Ten slotte zweet je meer. **Zweet** verdampt en de warmte die hiervoor nodig is, wordt onttrokken aan het lichaam. Het lichaam koelt daardoor af.

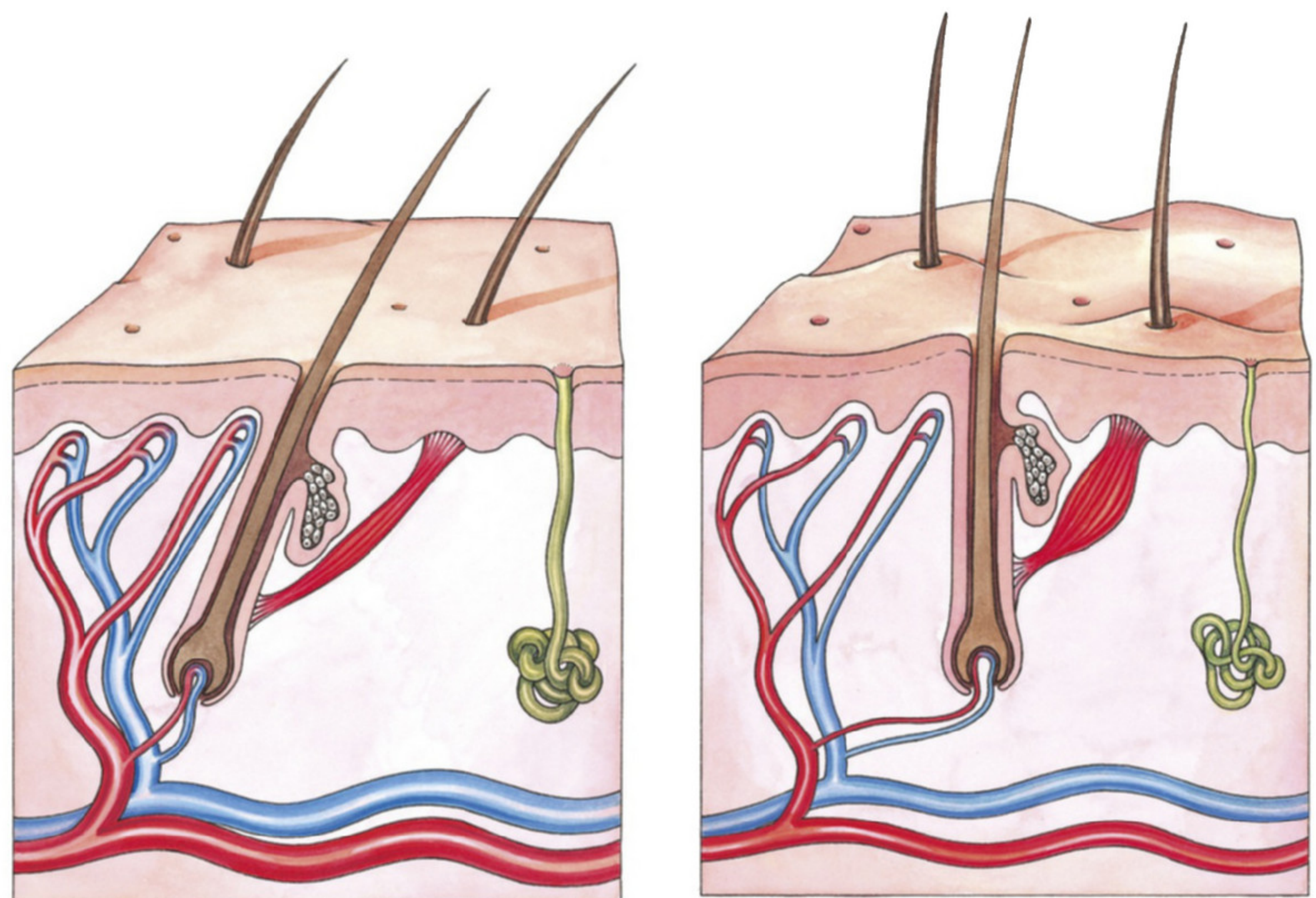
Als het lichaam kouder wordt dan 37 °C, kan de warmteproductie worden vergroot door extra verbranding. Door te bewegen bijvoorbeeld wordt de verbranding hoger en ontstaat meer warmte. Soms ga je rillen of klappertanden als je het koud hebt. Dit levert maar weinig warmte op. Bij een lagere lichaamstemperatuur dan 37 °C worden ook de bloedvaten in de huid nauwer. Daardoor geeft het warme bloed weinig warmte af. De kleur van de huid wordt dan bleker.

Bij kou produceren de zweetklieren heel weinig zweet. Als je nauwelijks zweet, wordt weinig warmte onttrokken aan het lichaam. Het lichaam koelt daardoor bijna niet af.

Bij zoogdieren en vogels zorgen haren en veren ook voor een isolerende laag, doordat ze een laagje warme lucht rondom het lichaam vasthouden. Door spiertjes kunnen de haren of veren rechtop worden gezet, zodat een dikkere isolerende luchtlaag ontstaat. Bij mensen is het rechtop zetten van de haren als 'kippenvel' te zien (zie afbeelding 13).

WB OPDRACHT 16 T/M 22 BLZ. 155

► **Afb. 13** De huid (schematisch).



1 onder normale omstandigheden

2 bij 'kippenvel'

5 Afweer

Gelukkig word je niet zomaar ziek van allerlei stoffen of ziekteverwekkers. Stoffen die niet in je lichaam thuishoren, noem je **lichaamsvreemde stoffen**. Als zulke stoffen je lichaam binnenkomen, verdedigt je lichaam zich daartegen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren bij infecties, bij bloedtransfusies en bij orgaantransplantaties.

Bij een **infectie** dringen ziekteverwekkers je lichaam binnen en vermenigvuldigen zich. De ziekteverwekkers kunnen bacteriën, virussen, schimmels of dieren (bijvoorbeeld insecten) zijn. Voetschimmel en kalknagels bijvoorbeeld zijn infecties die worden veroorzaakt door schimmels (zie afbeelding 14).

► **Afb. 14** Infecties veroorzaakt door schimmels.



1 voetschimmel



2 kalknagel

ALGEMENE AFWEER

Je lichaam is in de meeste gevallen goed beschermd tegen het binnendringen van ziekteverwekkers. De opperhuid is zo gebouwd dat ziekteverwekkers er niet gemakkelijk doorheen kunnen. Het laagje talg op de huid gaat aantasting van de opperhuid door ziekteverwekkers tegen. Ook het slijmvlies in de wand van de luchtwegen en van het darmkanaal laat ziekteverwekkers er niet gemakkelijk doorheen. Maagsap bevat zoutzuur, waardoor bacteriën worden gedood. Witte bloedcellen kunnen bacteriën en andere ziekteverwekkers onschadelijk maken door ze in te sluiten.

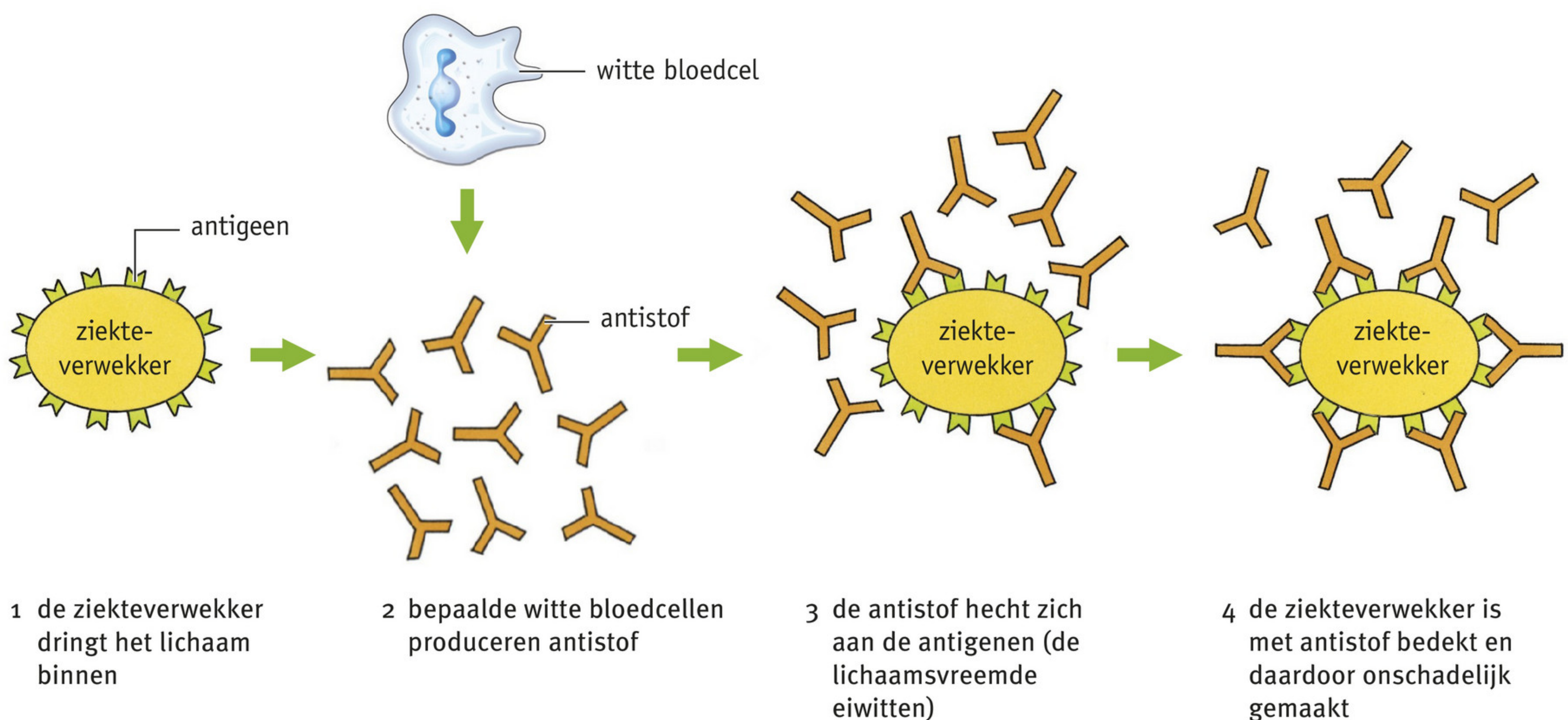
Maar soms slagen ziekteverwekkers er toch in je lichaam binnen te dringen. De ziekteverwekkers kunnen giftige stoffen afgeven die je ziek maken. Je lichaam gaat dit op verschillende manieren tegen. Je lichaamstemperatuur kan gaan stijgen. Je hebt dan **koorts**. Door de hoge lichaamstemperatuur bij koorts wordt de ontwikkeling van ziekteverwekkers tegengegaan. Ook worden de afweerreacties van je lichaam versneld.

Je kunt ook met medicijnen de afweer van je lichaam tijdelijk versterken. Antibiotica doden alleen bacteriën en *geen* virussen. Vóór de Tweede Wereldoorlog leden veel mensen aan **tuberculose**. De tuberculosebacterie werd ingeademd en kon zich via het bloed verspreiden door het hele lichaam. Tuberculosepatiënten moesten vaak veel hoesten, waardoor de longen werden beschadigd. Door de ontdekking van antibiotica komt tuberculose in Nederland nog maar weinig voor.

SPECIFIEKE AFWEER: ANTISTOFFEN

Een bepaald type witte bloedcellen reageert op ziekteverwekkers door **antistoffen** te maken (zie afbeelding 15). Op het oppervlak van een ziekteverwekker komen bepaalde eiwitten voor die normaal niet in het lichaam van een mens voorkomen. Deze eiwitten noemen we **antigenen**. Als een ziekteverwekker je lichaam is binnengedrongen, worden deze antigenen door het afweersysteem van je lichaam herkend als lichaamsvreemde stoffen. Als reactie daarop maken bepaalde witte bloedcellen antistoffen tegen deze antigenen. Deze antistoffen hechten zich aan de antigenen. Een binnengedrongen ziekteverwekker kan zo worden bedekt met antistoffen, waardoor de ziekteverwekker onschadelijk wordt gemaakt (zie afbeelding 15.4). Ook eiwitten uit bijvoorbeeld slangengif zijn antigenen. Als je een infectie oploopt, duurt het een tijdje voordat de witte bloedcellen voldoende antistof tegen de ziekteverwekker hebben gemaakt. Daardoor word je bij een infectie vaak eerst ziek. Als er voldoende antistof is gemaakt, word je weer beter.

▼ **Afb. 15** De vorming van antistof tegen een ziekteverwekker (schematisch).



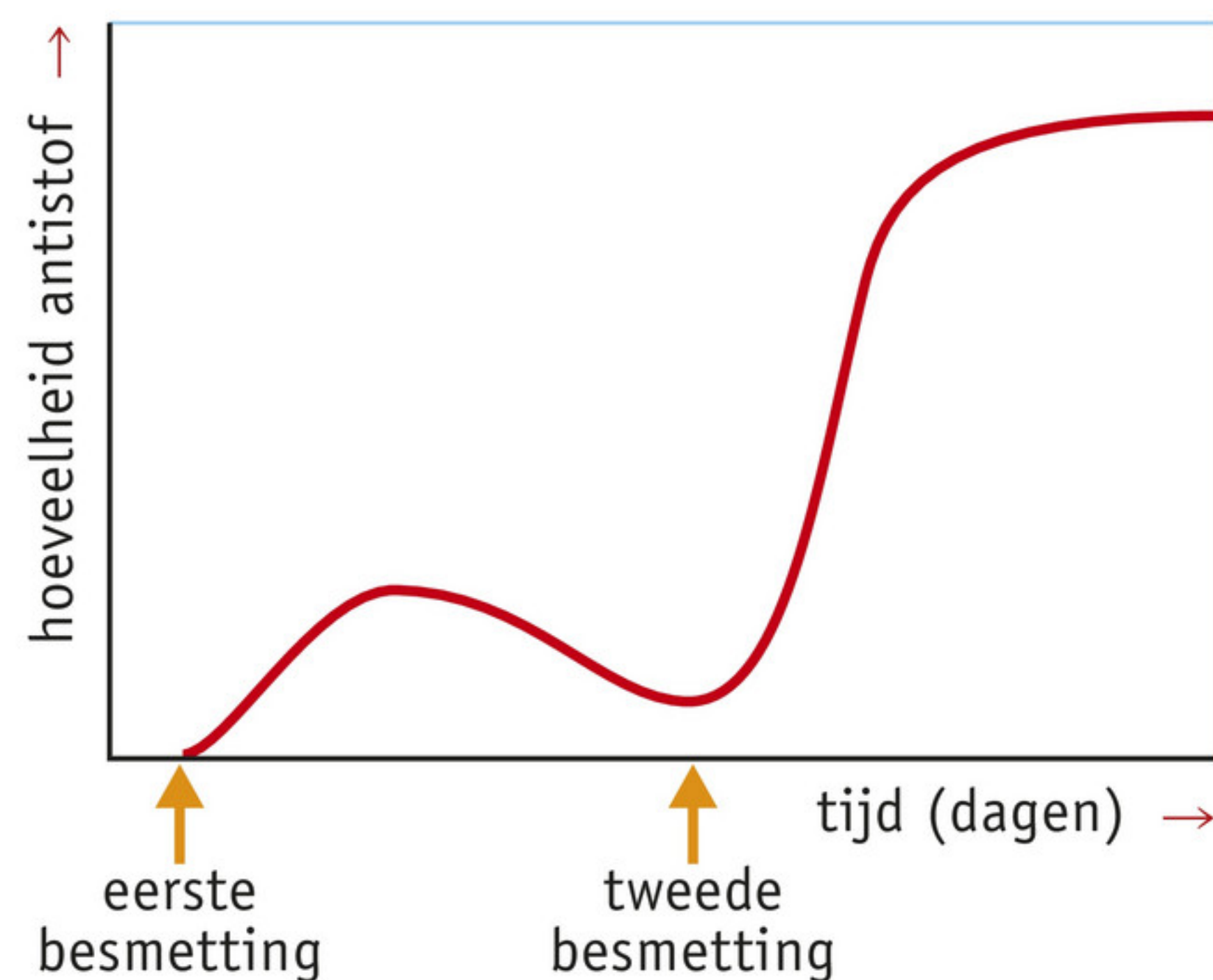
Verschillende ziekteverwekkers bevatten verschillende antigenen. Een antistof is **specifiek**: één type antistof kan zich maar aan één type antigeen hechten. Je lichaam moet dus veel verschillende typen antistof maken. Als je lichaam een bepaald type antistof heeft gemaakt, blijft deze antistof nog een tijd aanwezig in het bloed. Bij bloedonderzoek wordt vaak gekeken welke antistoffen er in het bloed aanwezig zijn. Als er antistof tegen een bepaalde ziekteverwekker wordt aangetroffen, is dat een bewijs dat een mens of (landbouw)huisdier besmet is (of besmet is geweest) met die ziekteverwekker. Daardoor kun je bijvoorbeeld met een aidstest aantonen dat iemand besmet is met het aidsvirus hiv. Men kijkt dan of er antistof tegen hiv in het bloed aanwezig is.

NATUURLIJKE IMMUNITEIT

Zolang er antistof in het bloed aanwezig is, beschikt je lichaam meestal over een goede afweer tegen de ziekteverwekker. Bovendien 'onthouden' de witte bloedcellen als het ware hoe deze antistof moet worden gemaakt. Als je later nog eens met dezelfde ziekteverwekker wordt besmet, kan de antistof vrijwel

onmiddellijk worden gemaakt. Je bloed kan in korte tijd veel antistoffen bevatten, zodat je niet ziek wordt (zie afbeelding 16). Je bent dan **immuun** geworden voor deze ziekte.

► **Afb. 16** De hoeveelheid antistoffen in het bloed na twee besmettingen met dezelfde ziekteverwekker.



Veel kinderen krijgen in hun kleutertijd waterpokken. Ze worden ziek en maken antistof tegen de ziekteverwekker. Hierdoor krijgen ze een blijvende **immuniteit** tegen waterpokken. Doordat deze kinderen de ziekte zelf hebben ondergaan, spreek je van **natuurlijke immuniteit**.

Als je vaak bent gestoken door een bij kun je ook (gedeeltelijk) immuun worden voor de lichaamsvreemde stoffen in bijengif (zie afbeelding 17).

▼ **Afb. 17**

Bijenbaard

In sommige landen kun je meedoen met een bijenbaardcompetitie. Je hangt dan een klein kooitje met de bijenkoningin erin aan je kin en gaat in de buurt van een zwerm bijen staan. Na enige tijd is je lichaam bedekt met bijen. Wie het meeste gewicht aan bijen op zijn lichaam heeft, wint.

Meestal zijn het ervaren imkers die meedoen. Deze imkers zijn al heel wat keren door een bij gestoken. Zij hebben een gedeeltelijke immuniteit tegen de antigenen in bijengif opgebouwd. Hun lichaam reageert dan niet zo heftig op een bijensteek.



KUNSTMATIGE IMMUNITEIT

Immuniteit kan ook kunstmatig worden opgewekt. Dit gebeurt als mensen of (landbouw)huisdieren worden ingeënt tegen ziekten, bijvoorbeeld tegen mazelen. De inenting wordt ook wel **vaccinatie** genoemd.

Bij een vaccinatie spuit men een vaccin in. Een vaccin bevat een dode of verzwakte ziekteverwekker. Bepaalde witte bloedcellen maken antistoffen tegen de antigenen van de ziekteverwekker. Doordat de ziekteverwekker is verzwakt of gedood, voel je je hoogstens korte tijd een klein beetje ziek. Als je later wordt geïnfecteerd door deze ziekteverwekker, kunnen de witte bloedcellen vrijwel onmiddellijk antistof maken. Je bent immuun geworden en wordt niet ziek. Immuniteit door vaccinatie heet **kunstmatige immuniteit**. Omdat de immuniteit ontstaat doordat de ingeënte persoon zelf de antistof maakt, spreek je van **actieve immunisatie**.

▼ **Afb. 18** HPV-vaccinatie.

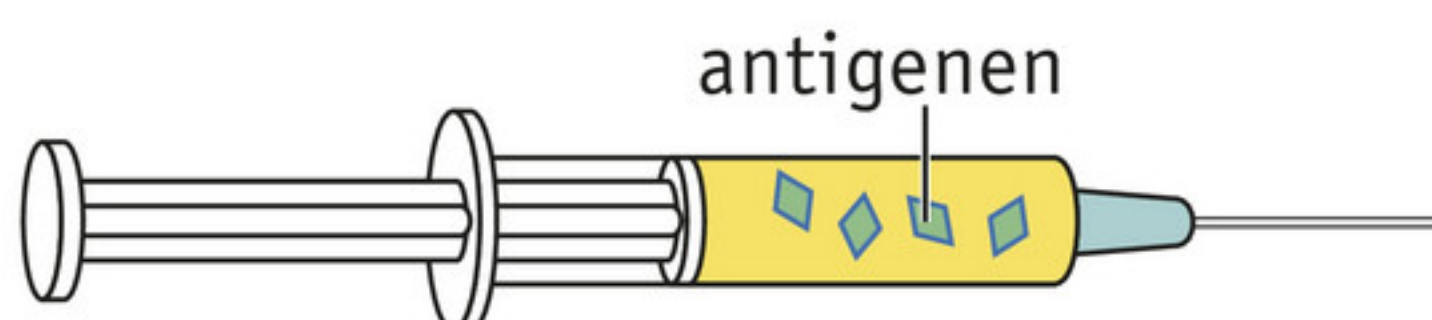
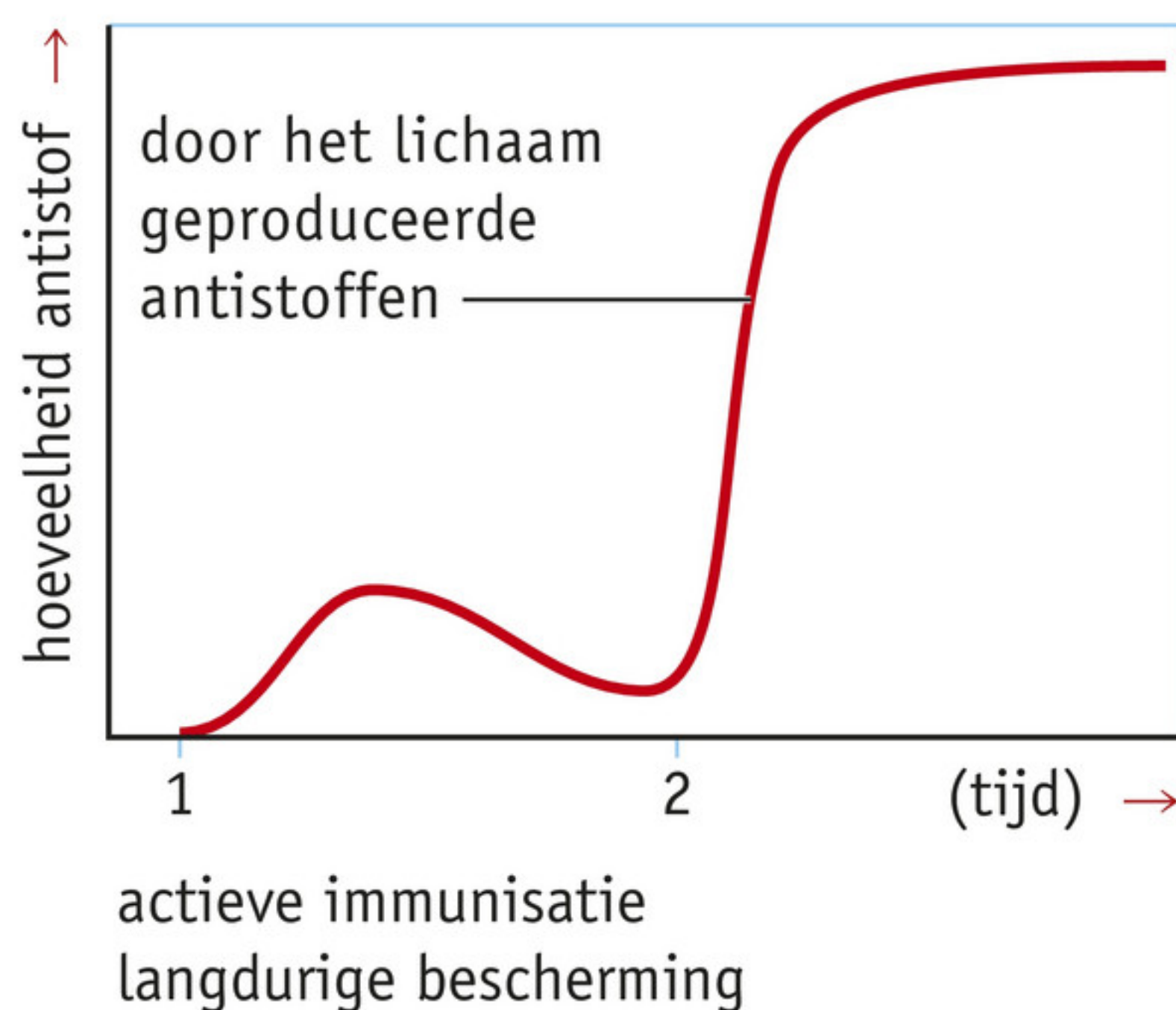
Kinderen krijgen in hun eerste levensjaar enkele malen een DKTP-prik. Dit is een vaccinatie tegen **d**ifterie, **k**inkhoest, **t**etanus en **p**olio (kinderverlamming). Daarna krijgen ze nog een BMR-prik (tegen **b**of, **m**azelen en **r**odehond). Ook op latere leeftijd kun je nog vaccinaties krijgen. Meisjes vanaf 12 jaar krijgen bijvoorbeeld injecties tegen het humaan papillomavirus (HPV) dat baarmoederhalskanker kan veroorzaken (zie afbeelding 18).

Als je wordt gebeten door bijvoorbeeld een gifslang of een hondsdoel dier, krijg je giftige antigenen in je bloed. Je moet dan snel antistof tegen deze antigenen toegediend krijgen. Je krijgt dan een **serum** ingespoten. Een serum (meervoud: **sera**) bevat een of meer antistoffen tegen lichaamsvreemde, giftige stoffen. De ingespoten antistoffen maken de antigenen direct onschadelijk. Je maakt zelf geen antistoffen. Er is in dit geval sprake van **passieve immunisatie** (zie afbeelding 19).

De antistoffen in een serum worden verkregen door proefdieren te injecteren met antigenen afkomstig van bijvoorbeeld de gifslang (zie afbeelding 20). Bepaalde witte bloedcellen in die proefdieren maken dan antistoffen. Deze witte bloedcellen worden uit de proefdieren geïsoleerd en in het laboratorium bewerkt en verder gekweekt. Met behulp van deze antistofproducerende cellen uit proefdieren wordt een serum gemaakt.

▼ **Afb. 19** Actieve en passieve immunisatie.

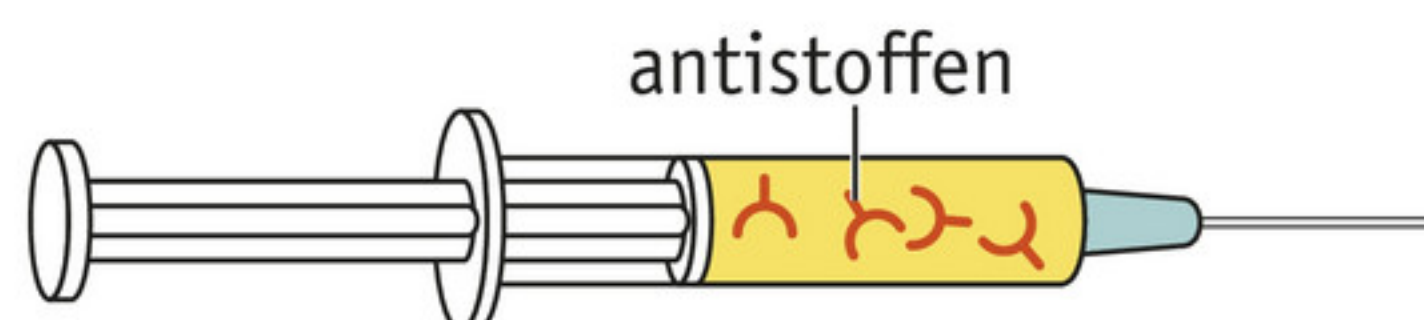
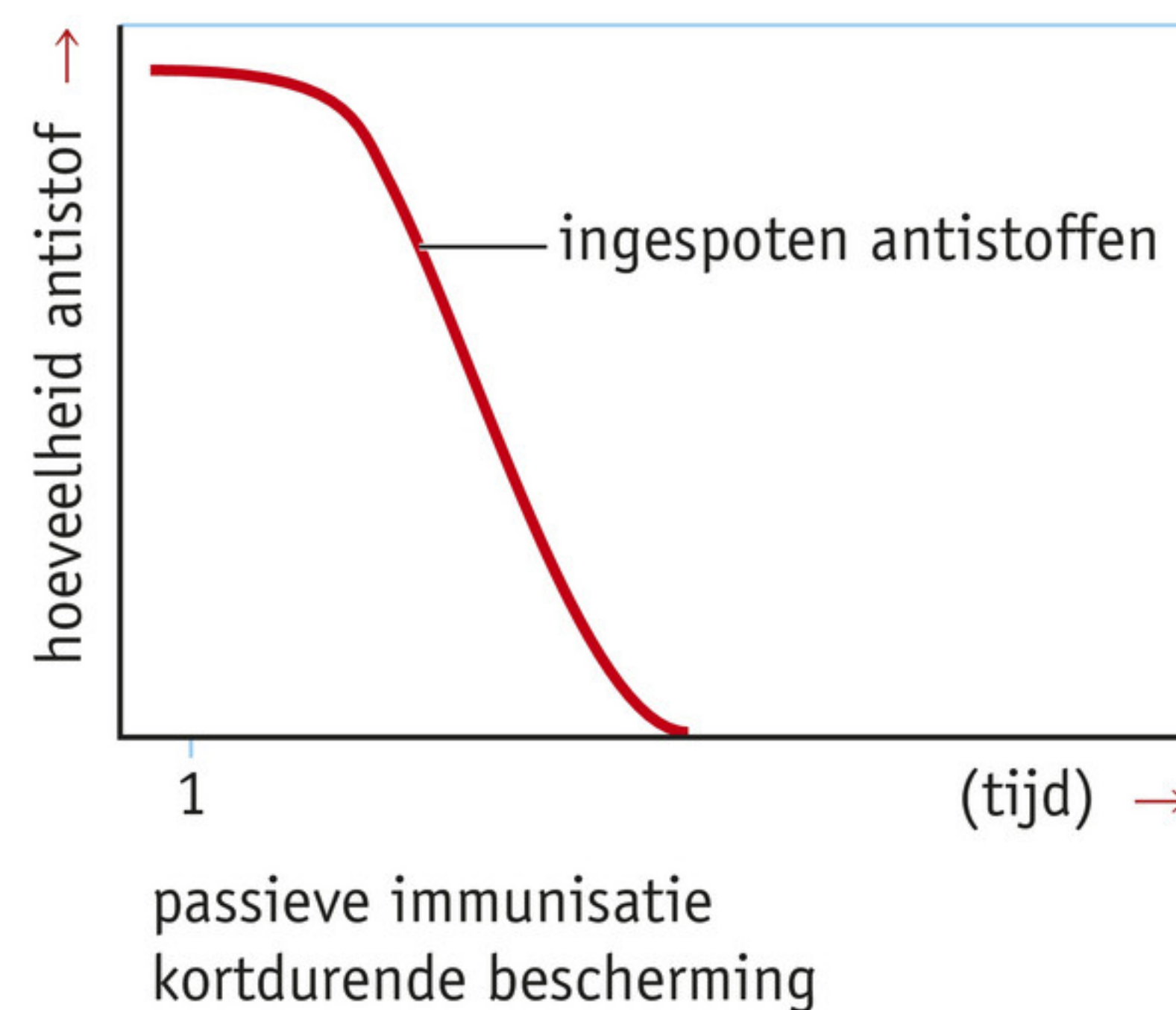
WB OPDRACHT 23 T/M 28 BLZ. 160



1 Injectie met antigenen of verzwakte ziekteverwekker met antigenen.

— specifieke antistof tegen de ingespoten antigenen

2 Bij infectie met een niet-verzwakte ziekteverwekker met dezelfde antigenen, zorgen geheugencellen voor een snelle vorming van de bij 2 in de grafiek aangegeven specifieke antistoffen. Hierdoor wordt de ziekteverwekker snel onschadelijk gemaakt.



1 Injectie van een serum met antistoffen.

— specifieke antistof tegen het giftige antigeen
— giftig antigeen

▼ **Afb. 20** Freek Vonk melkt een gifslang met als doel uiteindelijk serum te verkrijgen.

6 Transplantaties en bloedtransfusies

Bij een **transplantatie** wordt een aangetast weefsel of orgaan vervangen door een ander weefsel of orgaan. Dit is bij voorkeur van de patiënt zelf afkomstig of van een verwant persoon (de **donor**). Is het weefsel of orgaan afkomstig van een donor, dan vormen **afstotingsreacties** een groot probleem. Afstotingsreacties worden opgewekt door eiwitten op de cellen van het getransplanteerde weefsel of orgaan. Deze eiwitten worden door het afweersysteem van het lichaam herkend als lichaamsvreemde stoffen. Het lichaam gaat dan antistoffen maken tegen deze antigenen.

Het komt ook voor dat het afweersysteem een lichaamseigen eiwit niet meer herkent. Daardoor maakt het afweersysteem antistoffen tegen dit eiwit. Cellen met dit eiwit worden dan vernietigd. Dit wordt een **auto-immuunziekte** genoemd. Een bepaalde vorm van reuma is een auto-immuunziekte (zie afbeelding 21). Bij dit type reuma herkent het afweersysteem een bepaald eiwit uit het gewrichtskapsel niet meer als een lichaamseigen eiwit. Het afweersysteem zet dan de aanval in op dat eiwit. Daardoor raken de gewrichten ontstoken.

▼ Afb. 21 Reuma.



BLOEDGROEPEN

Op de celmembranen van rode bloedcellen kunnen stoffen voorkomen die als lichaamsvreemde stoffen werken voor iemand die deze stoffen niet heeft. Deze stoffen worden **bloedfactoren** (antigenen) genoemd. De twee bekendste bloedfactoren zijn **bloedfactor A** en **bloedfactor B**. Elk mens heeft bloed van een bepaalde **bloedgroep**. Je bloedgroep is een erfelijke eigenschap. Sommige mensen hebben alleen bloedfactor A. We zeggen dat deze mensen bloedgroep A hebben. In afbeelding 22 zie je welke bloedfactoren mensen met bloedgroep B en AB hebben. Er zijn ook mensen die geen van beide bloedfactoren hebben; zij hebben bloedgroep 0. De 0 staat voor nul, maar vaak wordt hier de letter O tegen gezegd.

▼ Afb. 22 Bloedfactoren en antistoffen bij de verschillende bloedgroepen.

	Bloedgroep A	Bloedgroep B	Bloedgroep AB	Bloedgroep 0
Bloedfactoren op rode bloedcellen	bloedfactor A 	bloedfactor B 	bloedfactor A en B 	geen bloedfactor A geen bloedfactor B
Antistoffen in bloedplasma	anti-B 	anti-A 	geen anti-A geen anti-B	anti-A anti-B
% in Nederland	43%	9%	3%	45%

Het bloedplasma van elk mens bevat de antistoffen tegen de bloedfactoren die *niet* op de rode bloedcellen voorkomen. In afbeelding 22 zijn deze antistoffen weergegeven. Iemand met bloedgroep A heeft bijvoorbeeld zelf bloedfactor A. Deze persoon heeft dan in het bloedplasma de antistof tegen bloedfactor B. Deze antistof wordt **anti-B** genoemd. Iemand met bloedgroep AB heeft zelf de bloedfactoren A en B; deze persoon heeft dus geen antistoffen tegen deze bloedfactoren. Iemand met bloedgroep 0 heeft geen bloedfactoren en dus zowel **anti-A** als anti-B. In afbeelding 22 is ook weergegeven in welk percentage de bloedgroepen in Nederland voorkomen.

BLOEDTRANSFUSIE

Iemand die bij een ongeval veel bloed heeft verloren, kan bloed van een andere persoon (de donor) toegediend krijgen: een **bloedtransfusie** (zie afbeelding 23). Om bij een bloedtransfusie de kans op een afstotingsreactie zo klein mogelijk te houden, gebruikt men antistoffen om te onderzoeken welke donor het best bij de ontvanger past. Uit een **verwantschapsstudie** moet blijken wie de meest geschikte donor is voor een bloedtransfusie (of een transplantatie).

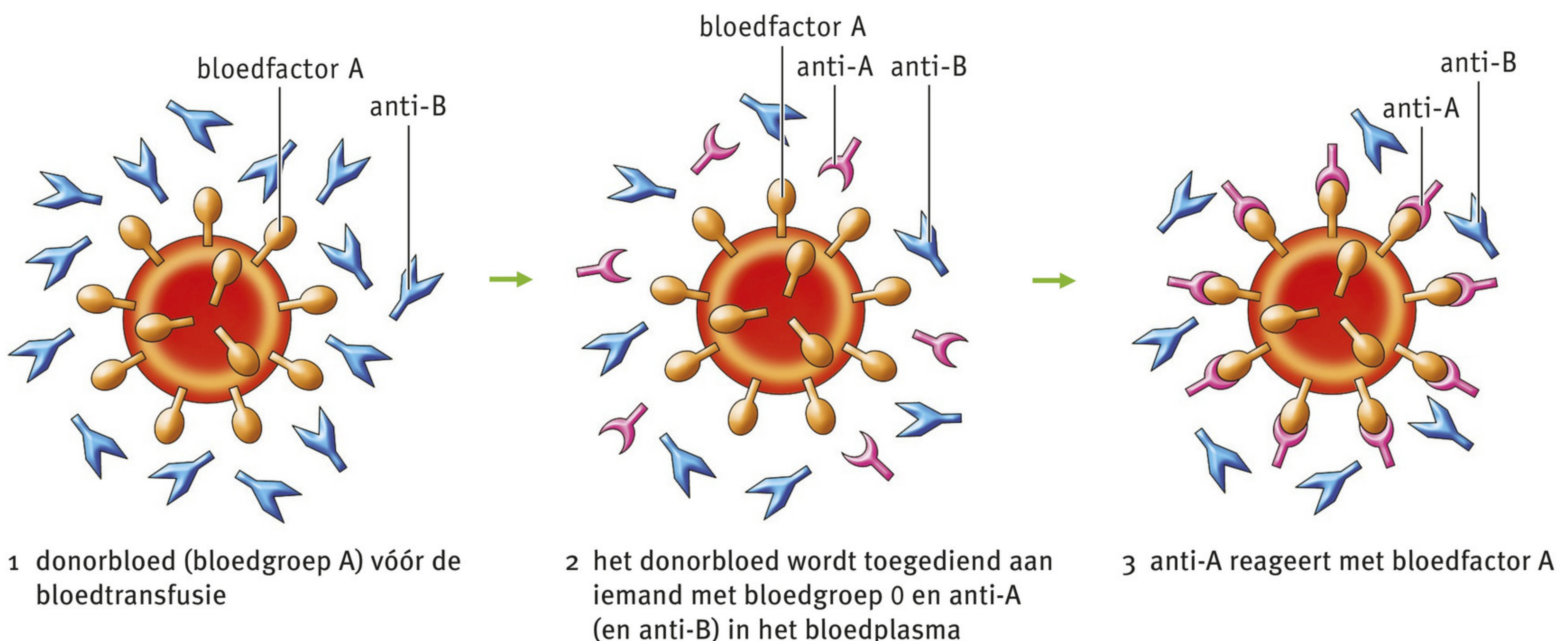
Een patiënt moet bij voorkeur donorbloed van dezelfde bloedgroep ontvangen. In noodgevallen kan men bloed van een andere bloedgroep geven. Maar in het bloed van de ontvanger mogen géén antistoffen aanwezig zijn tegen de bloedfactoren van de donor.

Als het bloed van de ontvanger wel antistoffen bevat tegen de bloedfactoren van de donor, reageert anti-A met bloedfactor A, of anti-B reageert met bloedfactor B. Als dat gebeurt, klonten de rode bloedcellen samen. Bloedklonting vindt bijvoorbeeld plaats als een ontvanger met bloedgroep 0 donorbloed krijgt toegediend van bloedgroep A (zie afbeelding 24).

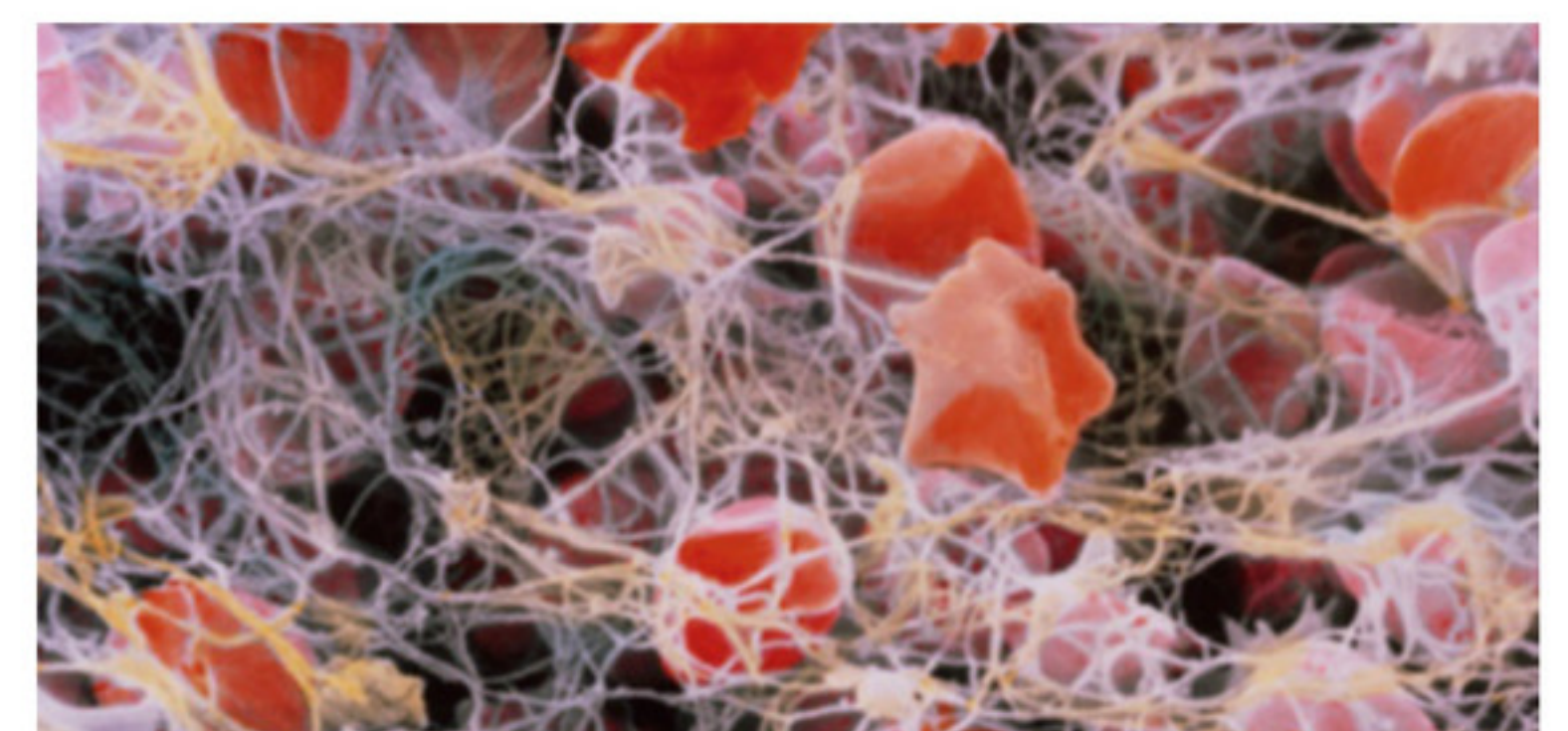
▼ Afb. 23 Bloedtransfusie.



▼ Afb. 24 Bloedklonting.



normaal bloed



samengeklonterd bloed

De ontvanger met bloedgroep 0 heeft anti-A in het bloedplasma. Het anti-A van de ontvanger reageert met bloedfactor A van de donor en het bloed gaat samenklonteren. De samengeklonterde bloedcellen blijven steken in de haarvaten, wat zeer schadelijke gevolgen kan hebben.

De antistoffen in het bloed van de donor worden door de bloedtransfusie zo verdund dat ze geen schadelijke samenklontering van rode bloedcellen van de ontvanger veroorzaken.

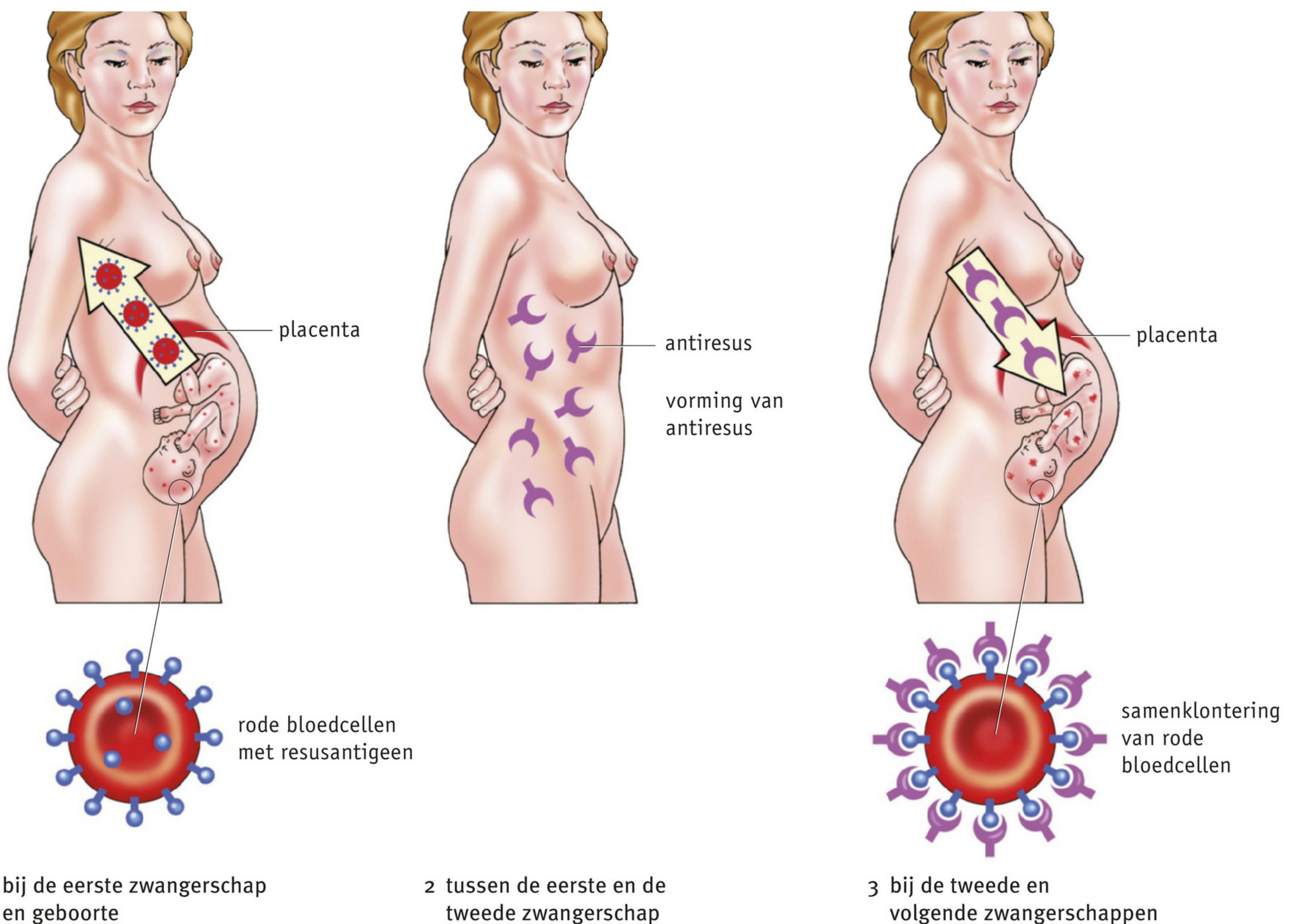
RESUSFACTOR

Door de bloedfactoren A en B zijn er vier bloedgroepen. Maar doordat er nog andere bloedfactoren zijn, zijn er meer bloedgroepen te onderscheiden. Een van die bloedfactoren is de **resusfactor** (het resusantigeen).

Bij 85% van de mensen komt op de celmembranen van de rode bloedcellen de resusfactor voor. Bloed met deze resusfactor wordt **resuspositief** bloed genoemd (Rh+). Mensen die deze resusfactor niet hebben, zijn **resusnegatief** (Rh-). Deze mensen kunnen **antiresus** maken: antistof tegen de resusfactor. Zij maken deze antistof pas als ze in contact komen met resuspositief bloed. Als een patiënt met resusnegatief bloed (bijvoorbeeld A Rh-) resuspositief bloed (bijvoorbeeld A Rh+) ontvangt, zal deze persoon antiresus maken.

De resusfactor kan ook problemen geven bij zwangerschap. Dit is het geval als een resusnegatieve vrouw zwanger is van een resuspositief kind (zie afbeelding 25).

▼ **Afb. 25** Het ontstaan van een resuskindje (schematisch).



Door scheurtjes in de placenta kunnen rode bloedcellen van het kind in de bloedsomloop van de moeder terechtkomen. Vooral tijdens de bevalling kunnen lekken in de placenta ontstaan. De moeder maakt dan antiresus tegen de binnengekomen rode bloedcellen met de resusfactor. Voor het eerste kind heeft dat geen gevolgen, omdat de moeder maar langzaam antiresus maakt.

Na de bevalling gaat het bloed van de moeder steeds meer antiresus bevatten. Als bij een volgende zwangerschap het kind weer resuspositief is, kan er antiresus uit het bloed van de moeder door de placenta in het bloed van het kind terechtkomen. Dan kunnen rode bloedcellen van het kind samenklonteren en kapot gaan. Het kind kan hierdoor onder andere hersen- en nierbeschadigingen oplopen. Een kind met deze verschijnselen wordt een **resuskind** genoemd.

Het bloed van een (aanstaande) moeder wordt bij de eerste zwangerschap onderzocht. Als een resusnegatieve moeder zwanger blijkt te zijn van een resuspositief kind, wordt zij in week 30 van de zwangerschap en direct na de geboorte van het kind geïnjecteerd met antiresus. Daarmee voorkomt men dat de moeder zelf antiresus maakt en er bij de tweede zwangerschap van een resuspositief kind een resuskind wordt geboren.

BLOEDGROEPBEPALING

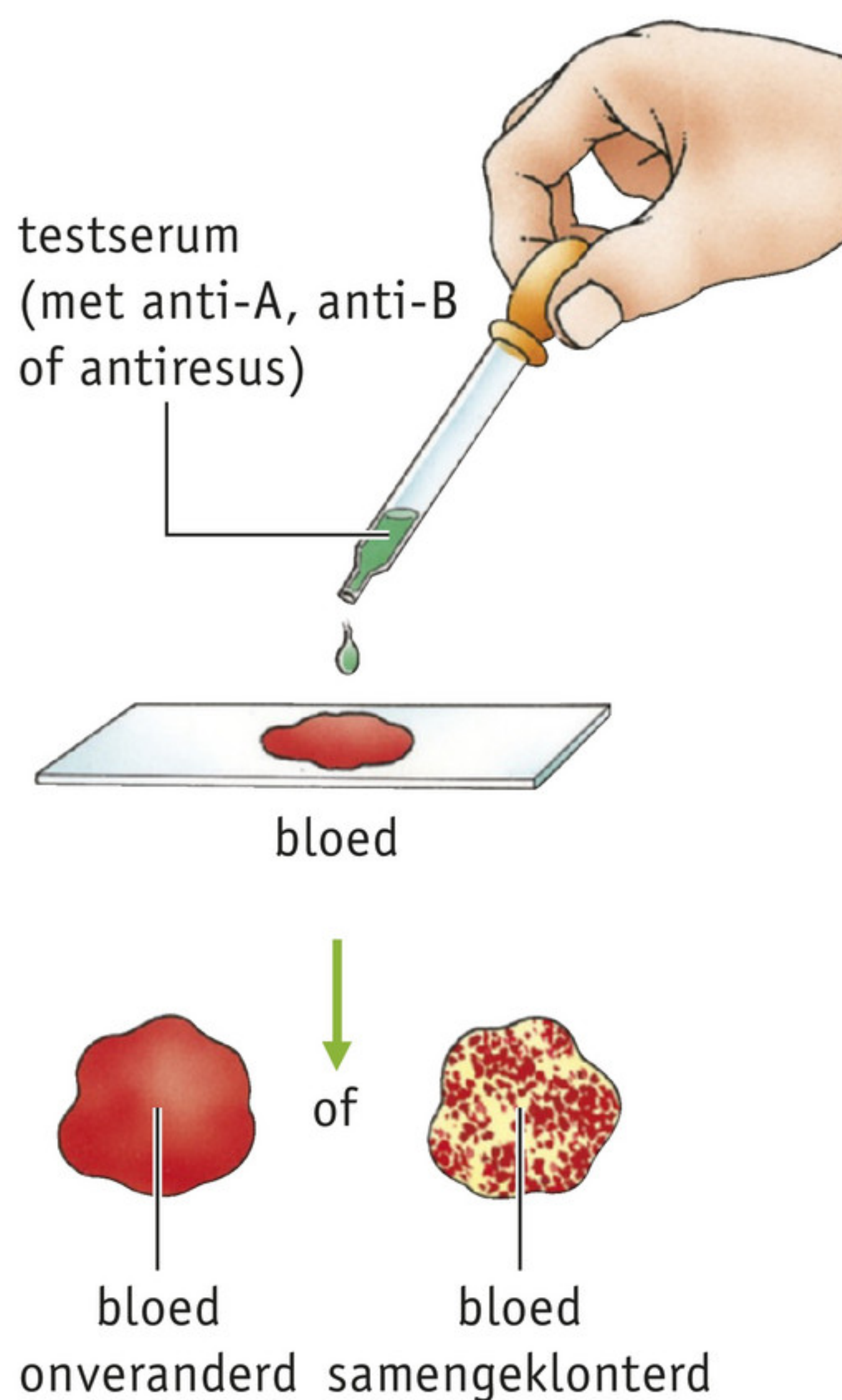
Bij de **bloedgroepbepaling** van een persoon gebruikt men drie testsera:

- een serum met anti-A;
- een serum met anti-B;
- een serum met antiresus.

Van elk van deze testsera wordt een druppel samengebracht met een druppel bloed van deze persoon. De druppels worden goed gemengd, waarna het bloed samenklontert of onveranderd blijft (zie afbeelding 26). Hieruit is af te lezen welke bloedgroep de persoon heeft.

WB OPDRACHT 29 T/M 39 BLZ. 165

▼ **Afb. 26** Bepaling van de bloedgroep.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt beschrijven hoe bij de mens een vrij constant inwendig milieu wordt gehandhaafd.

- Inwendig milieu: weefselvloeistof en bloedplasma.
 - Het constant houden van de samenstelling van het inwendige milieu vindt plaats door opname, opslag en uitscheiding van stoffen.
 - Hierbij spelen hormonen (bijv. insuline en glucagon), zintuigen en zenuwcellen een belangrijke rol.
- Opname: een tekort aan bepaalde stoffen wordt voorkomen, doordat regelmatig stoffen worden opgenomen uit het uitwendige milieu.
 - Darmkanaal: opname van voedingsstoffen.
 - Longen: opname van zuurstof.
- Opslag: stoffen waarvan een teveel aanwezig is in het inwendige milieu worden in bepaalde organen opgeslagen.
 - In de lever: glucose (die wordt omgezet in glycogeen), bepaalde mineralen en bepaalde vitaminen.
 - In spieren: glucose (die wordt omgezet in glycogeen).
 - In het onderhuidse bindweefsel: vet (in vetcellen).
 - In het gele beenmerg van pijpbeenderen: vet.
- Opgeslagen stoffen worden weer in het inwendige milieu gebracht.
 - Uit lever en spieren: glycogeen (dat wordt omgezet in glucose).
- Uitscheiding: overtollige en/of schadelijke (afval)-stoffen worden aan het inwendige milieu onttrokken en uit het lichaam verwijderd.
 - Nieren: water en afvalstoffen.
 - Lever: afvalstoffen.
 - Longen: koolstofdioxide.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt de functies van de lever noemen. Ook kun je omschrijven wat hepatitis is.

- Functie lever: het glucosegehalte van het bloed constant houden.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed: in de lever glucose omzetten in glycogeen dat wordt opgeslagen in de lever.
 - Bij een laag glucosegehalte van het bloed: glycogeen omzetten in glucose, die wordt opgenomen in het bloed.

- Functie lever: voedingsstoffen bewerken.
 - Uit eiwitten vormt de lever bijv. fibrinogeen.
- Functie lever: gal produceren. Gal emulgeert vet.
- Functie lever: afval- en gifstoffen afbreken.
 - Bij de afbraak van overtollige eiwitten ontstaat het giftige ureum.
 - Bij de afbraak van dode rode bloedcellen ontstaan galkleurstoffen die met gal worden uitgescheiden.
 - Gifstoffen zoals alcohol, drugs en medicijnen worden onwerkzaam gemaakt.
- Hepatitis: ontsteking van de lever door het hepatitisvirus.
 - Hepatitis B: wordt overgebracht via bloed, sperma of vocht uit de vagina.
 - Verschijnselen: eerst mild, later mogelijk leverkanker of afsterven van levercellen (levercirrose).

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van de nieren en van de urinewegen noemen met hun functies en kenmerken.

- Functies van de nieren en de urinewegen:
 - Uitscheiding van overtollig water, overtollige zouten, afvalstoffen (o.a. ureum) en schadelijke stoffen. Deze stoffen samen worden urine genoemd.
 - De samenstelling van urine is wisselend; deze is afhankelijk van de hoeveelheden van de stoffen in het inwendige milieu.
- Delen van een nier:
 - nierschors en niermerg: vorming van urine;
 - nierbekken: verzamelen van urine.
- Delen van de urinewegen:
 - urineleiders: afvoer van urine naar de urineblaas;
 - urineblaas: tijdelijke opslag van urine;
 - urinebuis: afvoer van urine naar buiten.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Je kunt de delen van de huid en van het onderhuidse bindweefsel noemen met hun functies en kenmerken.

- De huid bestaat uit opperhuid en lederhuid.
- Opperhuid: hoornlaag en kiemlaag. In de opperhuid liggen geen bloedvaten.
 - Hoornlaag (dode verhoornde celresten): bescherming tegen beschadigingen, uitdroging en infecties.
 - Kiemlaag (levende cellen): pigment beschermt tegen ultraviolette straling. De onderste laag cellen deelt zich voortdurend. Hierdoor wordt de steeds afslijtende hoornlaag aangevuld.

- Haar met haarzakje (uitstulping van de kiemlaag) en talgklieren. Talg houdt het haar en de hoornlaag soepel. Ook gaat talg aantasting van de huid door ziekteverwekkers tegen.
- Lederhuid: bevat bloedvaten, haarspiertjes, zweetklieren met zweetkanaaltjes, zenuwen en zintuigen (warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen).
- Onderhuidse bindweefsel.
 - Opslag van vet in vetcellen: het vet heeft een warmte-isolerende werking.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de lichaamstemperatuur min of meer constant wordt gehouden.

- Constante lichaamstemperatuur door evenwicht tussen warmteproductie en warmteafgifte:
 - warmteproductie door verbranding;
 - warmteafgifte via bloed dat door de huid stroomt en via zweet dat verdampt (door verdamping wordt warmte aan het lichaam onttrokken).
- Bescherming tegen stijging van de lichaamstemperatuur:
 - Bloedvaten in de huid worden wijder (de huid wordt roder).
 - Zweetklieren produceren meer zweet.
- Bescherming tegen daling van de lichaamstemperatuur.
 - Bloedvaten in de huid worden nauwer (de huid wordt bleker).
 - Zweetklieren produceren minder zweet.
 - Warmteproductie door verbranding neemt toe (o.a. rillen, klappertanden).

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

Je kunt beschrijven hoe antistoffen bescherming bieden tegen infecties en op welke manieren immuniteit kan ontstaan.

- Antigenen (lichaamsvreemde stoffen): stoffen die niet in het lichaam thuishoren.
 - Op het oppervlak van ziekteverwekkers komen lichaamsvreemde eiwitten voor.
 - Ook gifstoffen kunnen antigenen zijn.
- Infectie: ziekteverwekkers dringen het lichaam binnen en vermenigvuldigen zich daar.
 - Witte bloedcellen van een bepaald type produceren antistof tegen de antigenen van de ziekteverwekker.
 - De antistof hecht zich aan het antigeen van de ziekteverwekker, waardoor deze onschadelijk wordt gemaakt.
 - Eén type antistof kan zich maar aan één type antigeen hechten.

- Immuniteit: na een infectie blijft de antistof tegen de ziekteverwekker in het bloed aanwezig of kan bij een nieuwe infectie met dezelfde ziekteverwekker snel worden gemaakt.
 - Natuurlijke immuniteit: ontstaat doordat een persoon de ziekte doormaakt, bijv. waterpokken.
 - Kunstmatige immuniteit: ontstaat door inenting (vaccinatie).
 - Bij actieve immunisatie wordt een vaccin ingeënt (met een dode of verzwakte ziekteverwekker). De persoon vormt zelf antistoffen.
 - Bij passieve immunisatie wordt een serum ingeënt (met een of meer antistoffen). De persoon vormt zelf geen antistoffen.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 6

Je kunt de problemen beschrijven die door het afweersysteem worden veroorzaakt bij transplantaties en auto-immuunziekten.

- Transplantatie: een aangetast weefsel of orgaan wordt vervangen door een ander weefsel of orgaan.
 - Zo mogelijk is dit van de patiënt zelf afkomstig of van een nauw verwant persoon (de donor).
 - Uit een verwantschapsstudie blijkt wie de meest geschikte donor is.
 - Bij donorweefsel of een donororgaan kunnen afstotingsreacties optreden. Het lichaam maakt dan antistoffen tegen antigenen op het lichaamsvreemde weefsel of orgaan.
- Auto-immuunziekte: ziekte waarbij het afweersysteem een lichaamseigen eiwit niet meer herkent (bijv. reuma).
 - Gevolg: er worden antistoffen gevormd tegen een lichaamseigen eiwit. Cellen met dit eiwit worden vernietigd.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 6

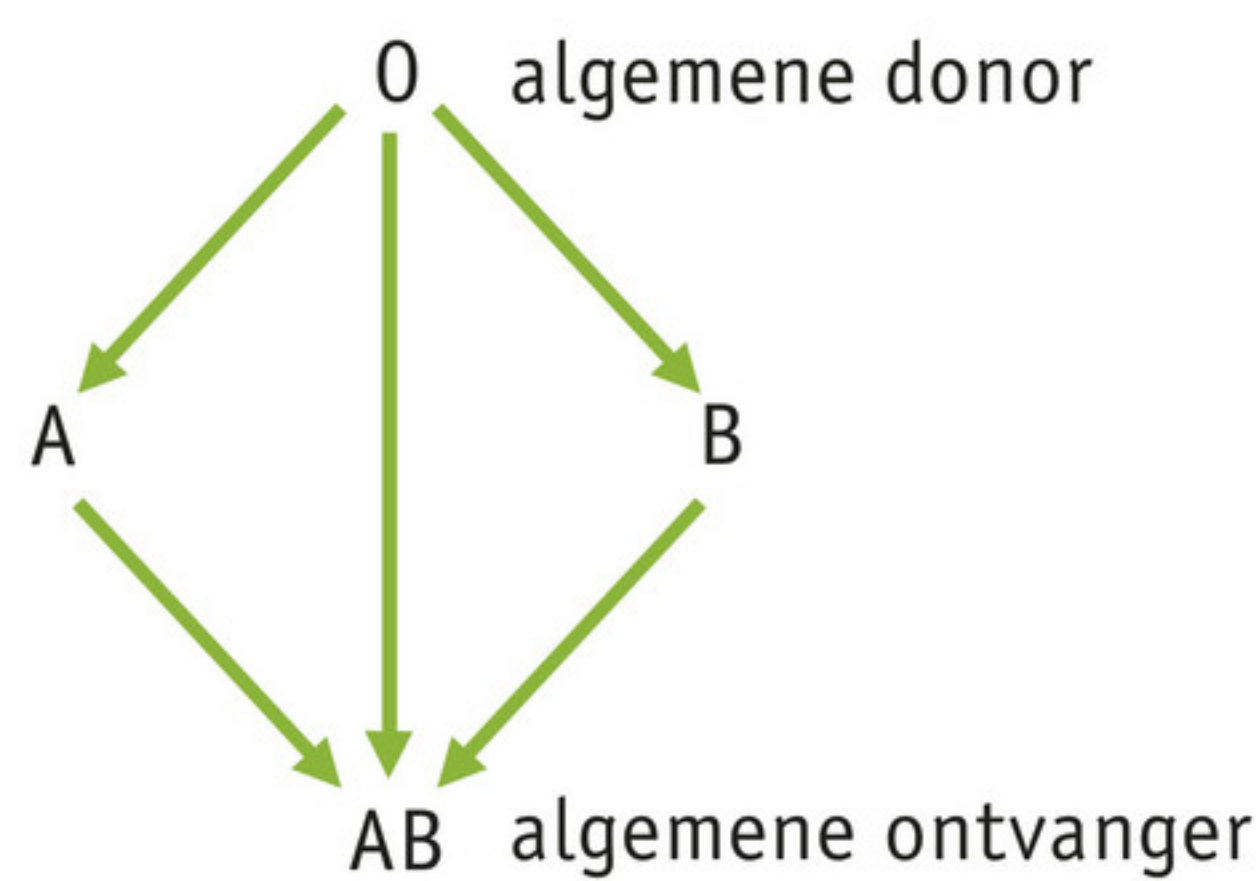
Je kunt beschrijven welke rol bloedfactoren kunnen spelen bij bloedtransfusies en welke rol de resusfactor kan spelen bij zwangerschap.

- Bloedfactor: stof op het celmembraan van rode bloedcellen die als antigeen werkt voor iemand die deze stof niet heeft.
 - De belangrijkste zijn bloedfactor A, bloedfactor B en de resusfactor.

- Bloedgroepen A, B, AB en 0.
 - Het bloedplasma bevat antistof tegen de bloedfactor die niet op de rode bloedcellen zit.

Bloedgroep	Bloedfactor op rode bloedcellen	Antistof in bloedplasma
A	A	anti-B
B	B	anti-A
AB	A en B	geen
0	geen	anti-A en anti-B

- Resusfactor.
 - Bij resuspositief bloed (Rh+) bevatten de rode bloedcellen de resusfactor; bij resusnegatief bloed (Rh-) niet.
 - Antiresus wordt gevormd als Rh--bloed in contact komt met Rh+-bloed. De vorming van antiresus verloopt langzaam.
- Bloedtransfusies.
 - Bij voorkeur geeft men bloed van een donor met dezelfde bloedgroep en resusfactor als de ontvanger.
 - Bloedfactor A en anti-A reageren met elkaar, net als bloedfactor B en anti-B. Ook de resusfactor reageert met antiresus.
 - Rode bloedcellen klonteren samen als de bloedfactor van de donor reageert met antistof van de ontvanger.
 - Mogelijke bloedtransfusies bij de bloedgroepen A, B, AB en 0:



- Bloedgroep 0 is de algemene donor.
- Bloedgroep AB is de algemene ontvanger.
- Transfusie van resusnegatief bloed naar een resuspositieve ontvanger is mogelijk.

- Problemen kunnen optreden bij een resusnegatieve moeder die zwanger is van een resuspositief kind.
 - Na de bevalling vormt de moeder langzaam antiresus.
 - Tijdens een volgende zwangerschap kan antiresus van de moeder in het (resuspositieve) bloed van het kind terechtkomen. Gevolg: de rode bloedcellen van het kind worden afgebroken (resuskindje).
 - Door toediening van antiresus aan de moeder die zwanger is van een resuspositief kind, wordt de vorming van antiresus tegengegaan.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het halen van informatie uit folders en artikelen;
- het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een doktersassistent en een biologisch-medisch analist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

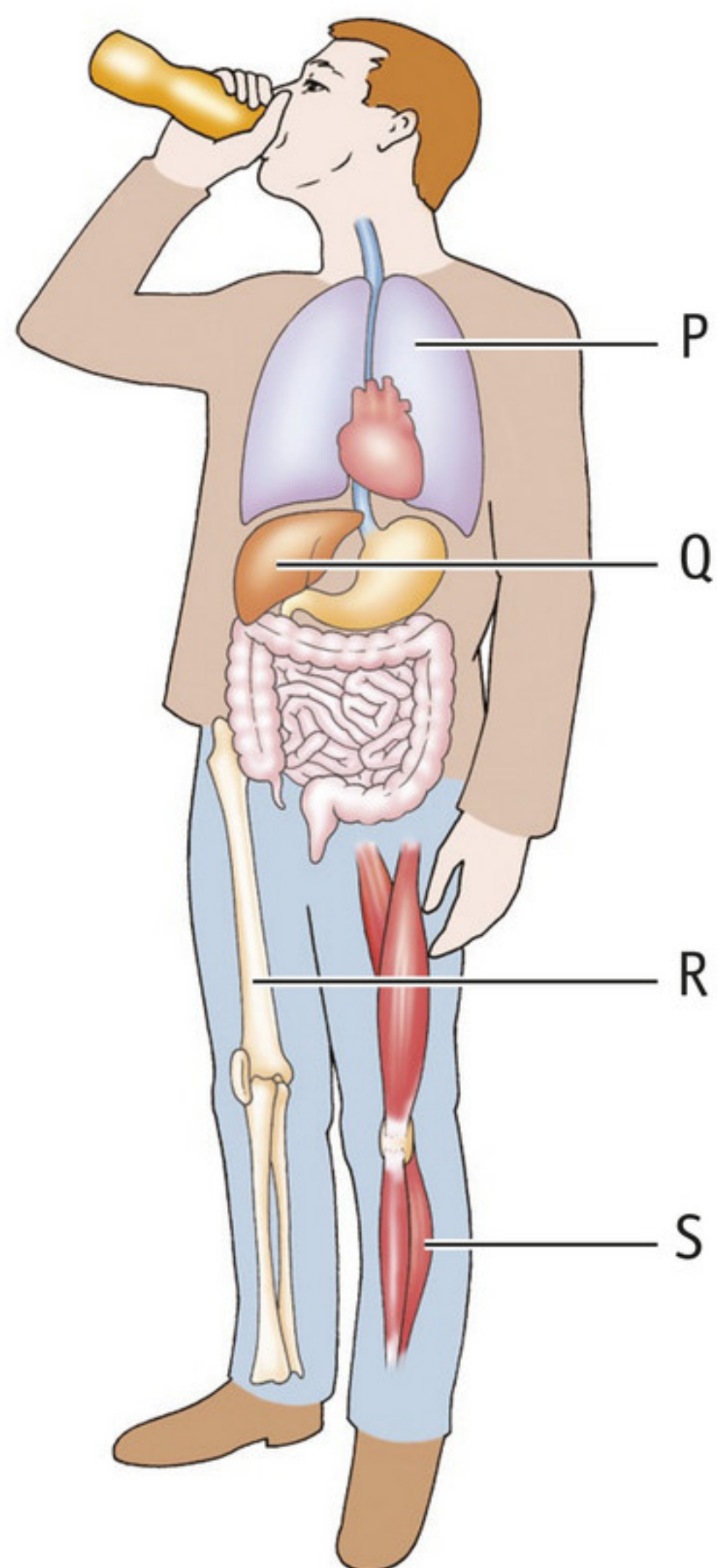
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

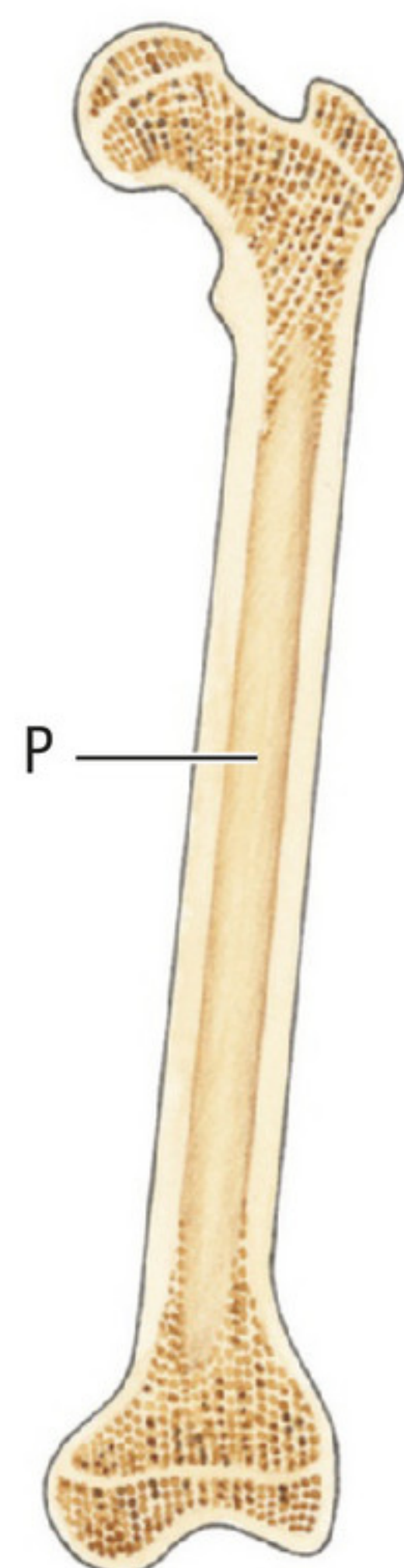
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Energierijke stoffen die niet onmiddellijk in het lichaam worden gebruikt, worden opgeslagen als vet en als glycogeen. In afbeelding 27 worden enkele plaatsen in het lichaam aangegeven. Welke twee letters geven plaatsen aan waar veel glycogeen wordt opgeslagen?
 - A De letters P en Q.
 - B De letters P en R.
 - C De letters Q en S.
 - D De letters Q en R.
- 2 Stoffen waarvan een teveel aanwezig is in het inwendige milieu, kunnen worden opgeslagen. Van welke stof(fen) wordt een teveel opgeslagen op plaats P in afbeelding 28?
 - A Van glycogeen.
 - B Van mineralen (onder andere ijzer).
 - C Van ureum.
 - D Van vet.

▼ **Afb. 27** De organen van de mens (schematisch).



▼ **Afb. 28** Een pijpbeen.



- 3 Drie vloeistoffen die in het menselijk lichaam kunnen voorkomen, zijn bloedplasma, urine en weefselvloeistof. Van welke van deze vloeistoffen wordt de samenstelling zo veel mogelijk constant gehouden?
 - A Alleen van bloedplasma en urine.
 - B Alleen van bloedplasma en weefselvloeistof.
 - C Alleen van weefselvloeistof en urine.
 - D Van bloedplasma, weefselvloeistof en urine.
- 4 Eiwitten kunnen als brandstof dienen. Als eiwitten voor de verbranding worden verbruikt, wordt in het lichaam minder glucose verbrand. Wordt de glucose die niet is verbruikt voor de verbranding, uitgescheiden door de lever? En door de nieren?
 - A Alleen door de lever.
 - B Alleen door de nieren.
 - C Zowel door de lever als door de nieren.
 - D Door geen van beide organen.

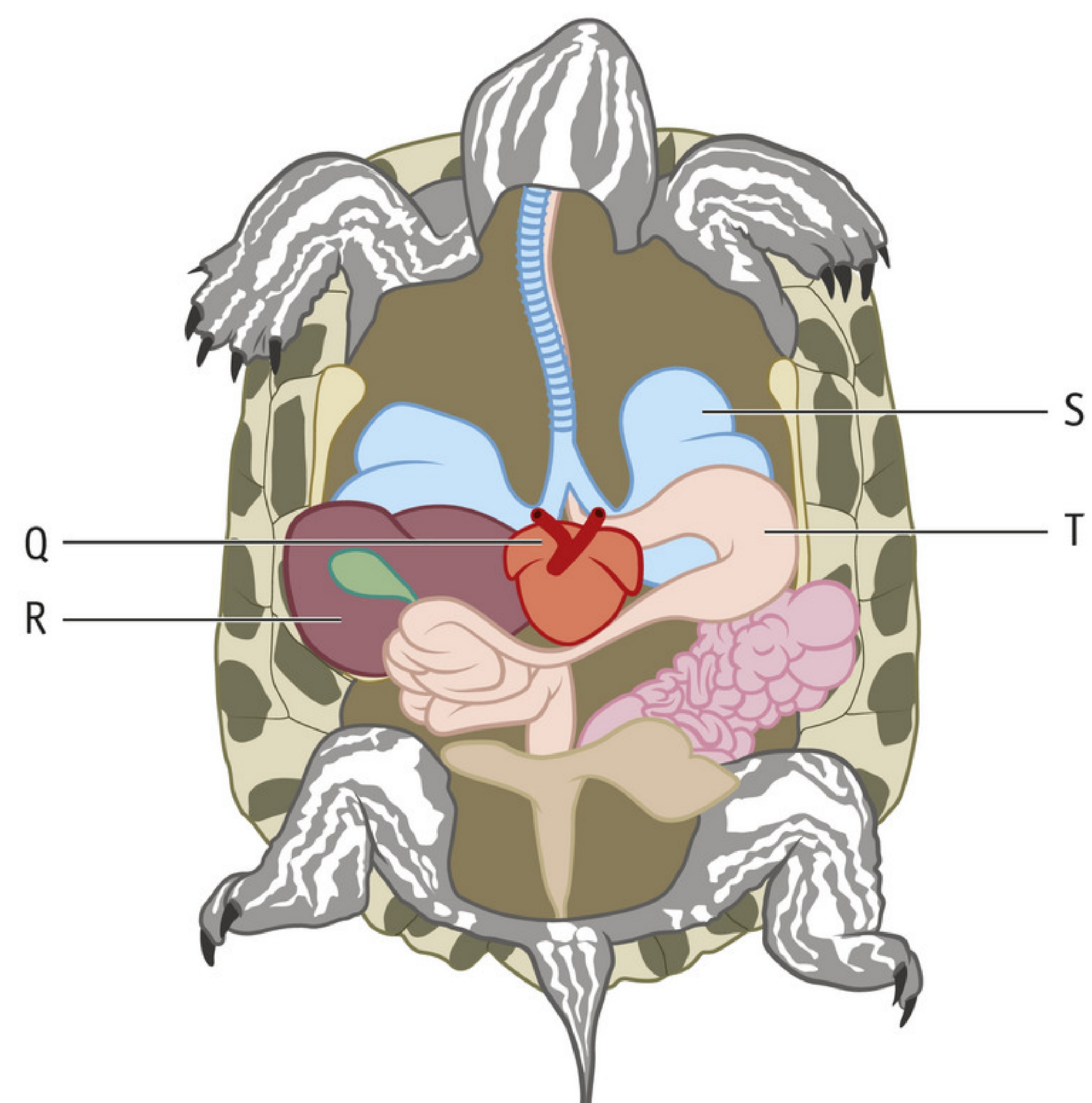
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Lonesome George (zie afbeelding 29) was de laatste reuzenschildpad van het eiland Pinta. Na zijn dood bleek dat hij een leverafwijking had. Welke letter geeft het orgaan aan waarvan bij dit onderzoek ontdekt werd dat het een afwijking had?
 - A Letter Q.
 - B Letter R.
 - C Letter S.
 - D Letter T.

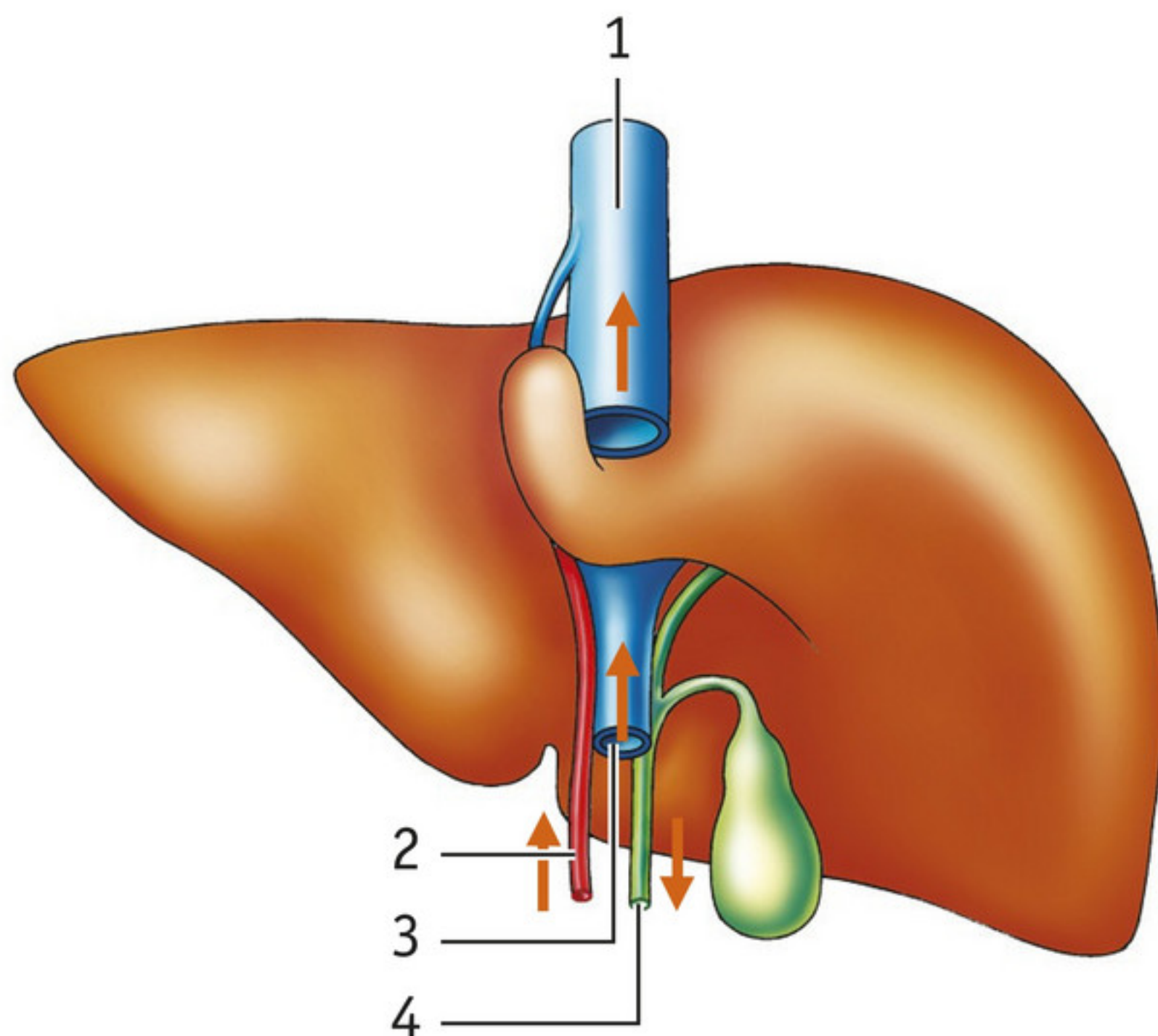
▼ **Afb. 29** Het inwendige van een schildpad.



- 2 In afbeelding 30 is de lever met enkele aansluitende vaten schematisch getekend. De pijlen geven de stroomrichting aan van de stoffen in de vaten. Welk nummer geeft de poortader aan?

A Nummer 1.
B Nummer 2.
C Nummer 3.
D Nummer 4.

▼ Afb. 30 Lever met bloedvaten.



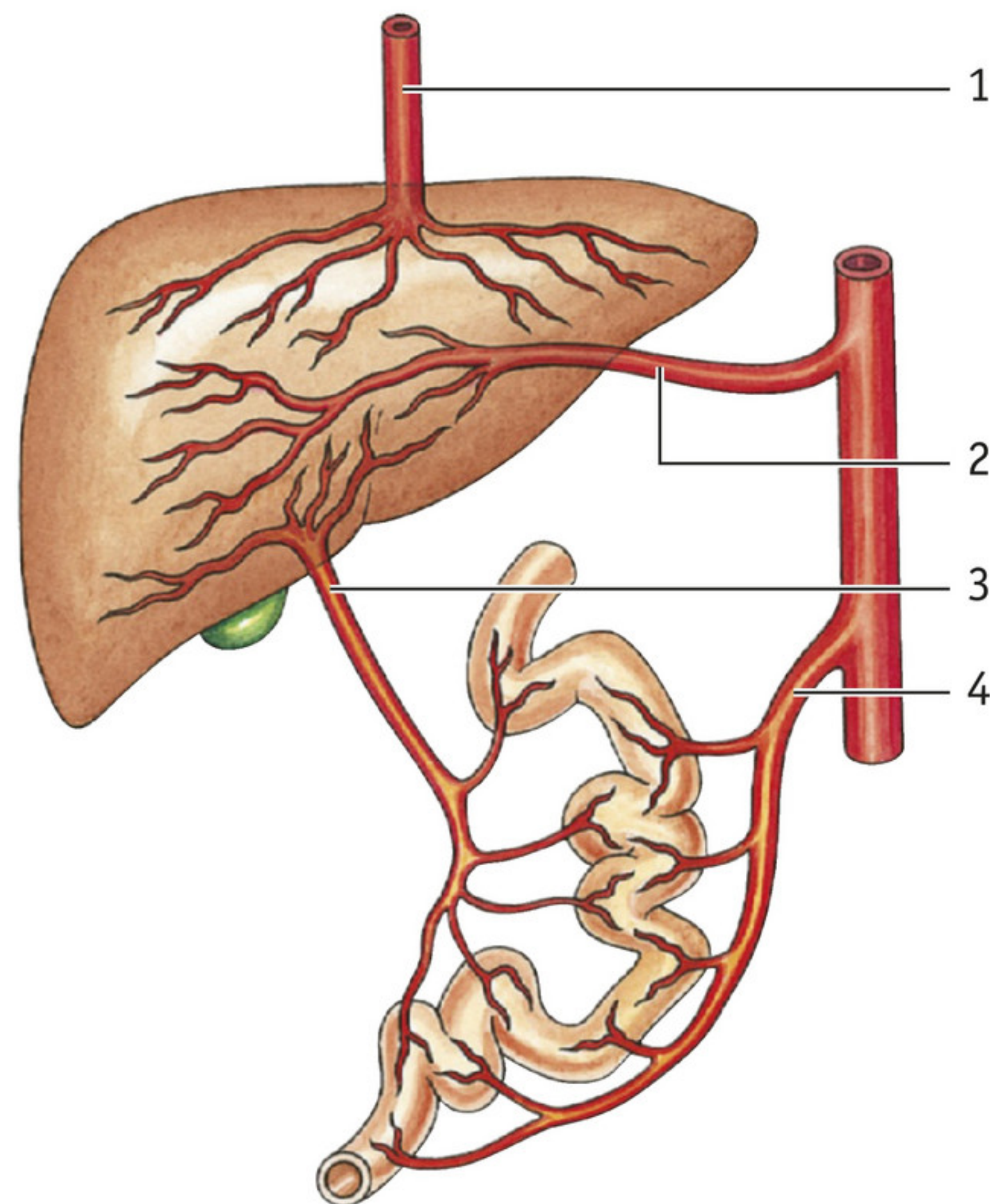
- 3 In het lichaam van de mens kunnen onder andere de volgende processen plaatsvinden:

1 de afbraak van dode rode bloedcellen;
2 de productie van fibrinogeen;
3 de omzetting van glucose in koolstofdioxide en water.

Welke van deze processen kunnen plaatsvinden in de lever?

A Alleen de processen 1 en 2.
B Alleen de processen 1 en 3.
C Alleen de processen 2 en 3.
D De processen 1, 2 en 3.

▼ Afb. 31 Lever en een stukje darm.



- 4 In afbeelding 31 zijn de lever en een stukje darm met aansluitende bloedvaten schematisch getekend. Een uur na een eiwitrijke maaltijd wordt het ureumgehalte van het bloed in de drie genummerde bloedvaten bepaald.

In welk bloedvat is het ureumgehalte het hoogst?

A In bloedvat 1.
B In bloedvat 2.
C In bloedvat 3.
D In bloedvat 4.

- 5 Twee leerlingen doen een uitspraak over hoe je besmet kunt raken met het hepatitis B-virus. Lucas zegt dat je met hepatitis B besmet kunt raken via bloed.

Sara zegt dat je met hepatitis B besmet kunt raken via sperma en vocht uit de vagina.

Wie doet een juiste uitspraak?

A Alleen Lucas.
B Alleen Sara.
C Zowel Lucas als Sara.
D Geen van beiden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De urinebuis voert de urine af van de nieren naar de urineblaas.

Sommige mensen slapen goed door, maar worden 's ochtends nat van het zweet wakker.

- 2 Bij deze mensen is de ochtendurine lichtgeel.

Van een gezond persoon worden in het uitscheidingsstelsel drie verschillende vloeistoffen afgenomen voor onderzoek. In tabel 1 staan enkele verschillen genoemd tussen de drie vloeistoffen.

3 Vloeistof Z is urine.

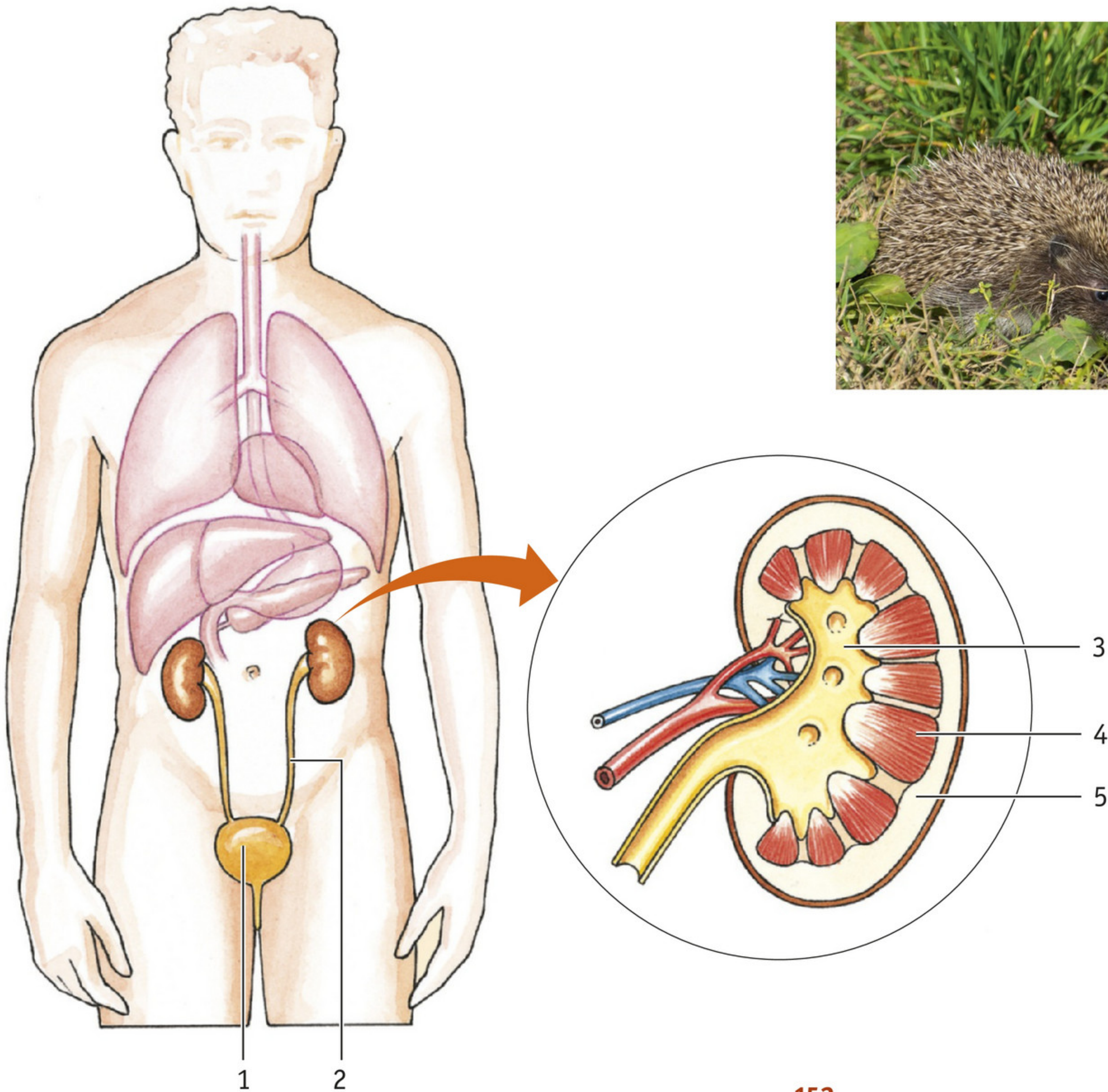
▼ Tabel 1 Uitscheiding.

	Vloeistof X	Vloeistof Y	Vloeistof Z
Bloeddeeltjes	+	–	–
Eiwitten	+	–	–
Glucose	+	+	–
Ureum	+	+	+
Water	+	+	+
Zouten	+	+	+

Legenda:
+ = wel aanwezig in de vloeistof
– = niet aanwezig in de vloeistof

In afbeelding 32 zijn de nieren en de urinewegen van een gezonde persoon weergegeven. Bewering 4 tot en met 8 gaan over deze afbeelding.

▼ Afb. 32 De nieren en de urinewegen bij een gezonde persoon.



- 4 De afvalstof ureum kan voorkomen in deel 1, 2, 3, 4 en 5.
- 5 In deel 3 komen eiwitten voor.
- 6 Deel 4 geeft de nierschors weer.
- 7 In deel 5 wordt het bloed gezuiverd van afvalstoffen.

Rode bieten bevatten een kleurstof die als overtollige stof met de urine wordt uitgescheiden.
8 Deze kleurstof kan in deel 2 voorkomen.

DOELSTELLING 4 BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

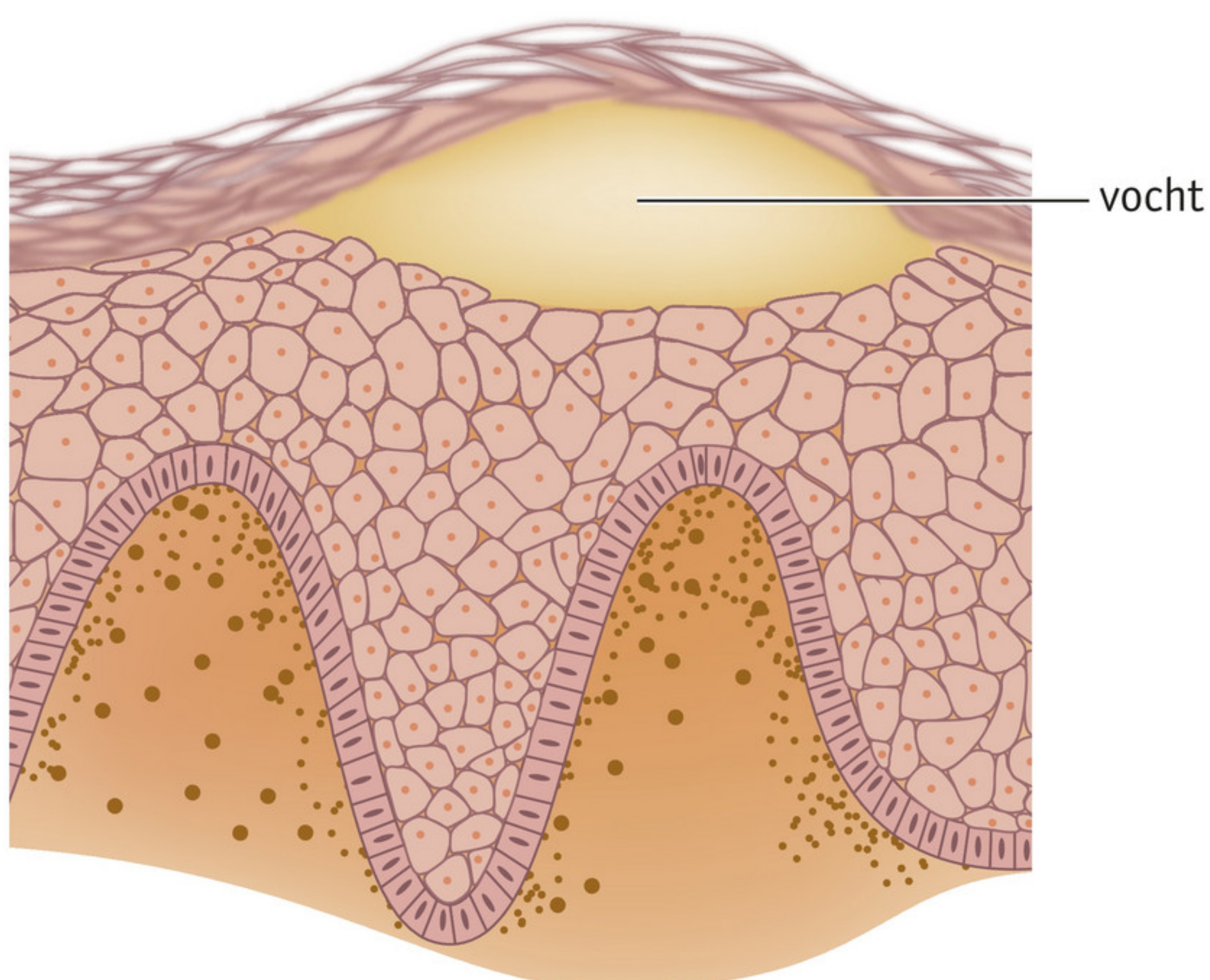
- 1 In afbeelding 33 zie je een wildkleur-egel en een albino-egel.
Bij mensen en dieren met albinisme werken bepaalde cellen niet goed. Hierdoor maken ze geen pigment. De huid van een egel is op vergelijkbare manier opgebouwd als bij de mens.
In welke laag werken deze cellen niet goed bij een albino-egel?
A In de hoornlaag.
B In de kiemlaag.
C In de lederhuid.
D In het onderhuidse bindweefsel.

▼ Afb. 33 Een wildkleur-egel en een albino-egel.



- 2 Arif is gevallen en heeft daarbij zijn hand geschaafd. Er komt *geen* bloed uit de schaafwond. Enkele delen van de huid zijn hoornlaag, kiemlaag en lederhuid. Welk deel van de huid is of welke delen zijn bij deze schaafwond in elk geval niet beschadigd?
- A Alleen de hoornlaag niet.
 - B Alleen de kiemlaag niet.
 - C Alleen de lederhuid niet.
 - D Alleen de hoornlaag en de kiemlaag niet.
- 3 Aan het begin van de zomer is het zeewater vaak nog koel. Als je dan gaat zwemmen, blijven dikkere mensen meestal langer in de zee dan dunneren mensen. Met welk lichaamsdeel heeft dit te maken?
- A Met de hoornlaag.
 - B Met de kiemlaag.
 - C Met de lederhuid.
 - D Met het onderhuidse bindweefsel.
- 4 De brandharen van een brandnetel kunnen bij aanraking jeuk, pijn en blaasjes op de huid veroorzaken (zie afbeelding 34). Tussen welke twee lagen bevindt zich dit vocht?
- A Tussen de hoornlaag en de kiemlaag.
 - B Tussen de kiemlaag en de lederhuid.
 - C Tussen de lederhuid en het onderhuidse bindweefsel.
 - D Tussen het onderhuidse bindweefsel en de spieren.

▼ Afb. 34 Opperhuid met vochtblaasje (schematisch).



- 5 Sommige tatoeages zijn tijdelijk, andere tatoeages zijn blijvend (zie afbeelding 35). Twee lagen van de huid zijn de opperhuid en de lederhuid. In welke van deze lagen komt de inkt van een blijvende tatoeage terecht? En de inkt van een tijdelijke tatoeage?

Blijvende tatoeage

- A in de lederhuid
- B in de opperhuid
- C in de opperhuid
- D in de opperhuid

Tijdelijke tatoeage

- A in de lederhuid
- B in de opperhuid
- C in de lederhuid
- D in de opperhuid

▼ Afb. 35 Waar blijft de inkt?



1 blijvende tatoeage



2 tijdelijke tatoeage (met hennapasta)

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende vragen.

Sven zit bij het raam in zijn klaslokaal rustig te luisteren. Hij heeft een T-shirt aan. Zijn achterbuurvrouw zet het raam open. Daardoor daalt de temperatuur in het lokaal. Sven krijgt er kippenvel van. Hij vindt dat het te koud is geworden.

- 1 Is de warmteafgifte door het lichaam van Sven groter of kleiner geworden na het openen van het raam?
- 2 Welke verandering heeft plaatsgevonden in de haarspiertjes in de huid van Sven?
- 3 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de bloedvaten in de huid van Sven? Zo ja, welke verandering?
- 4 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de productie van talg bij Sven? Zo ja, welke verandering?
- 5 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de productie van zweet bij Sven? Zo ja, welke verandering?
- 6 Zal er ook een verandering hebben plaatsgevonden in de warmteproductie in het lichaam van Sven? Zo ja, welke verandering?

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Myxomatose is een virusziekte die bij konijnen voorkomt. De ziekte is voor konijnen vaak dodelijk. Konijnen kunnen tegen myxomatose worden ingeënt met een vaccin. Dit vaccin bevat verzwakte ziekteverwekkers. Inenting daarmee is een vorm van immunisatie en levert na één week al een goede immuniteit op.

Hoe wordt deze vorm van immunisatie genoemd?

- A Kunstmatige, actieve immunisatie.
 - B Kunstmatige, passieve immunisatie.
 - C Natuurlijke, actieve immunisatie.
 - D Natuurlijke, passieve immunisatie.
- 2 In een laboratorium wordt een onderzoek gedaan met twee groepen konijnen die nooit in aanraking zijn geweest met het myxomatosevirus. De konijnen zitten in aparte hokken en komen niet met elkaar in aanraking.

De konijnen van groep 1 worden ingeënt met een myxomatosevaccin. De konijnen van groep 2 worden niet ingeënt.

Bij welke groep zijn na één dag myxomatoseantigenen in het lichaam aanwezig? En bij welke groep zijn na tien dagen myxomatoseantistoffen aanwezig in het lichaam?

<i>Antigenen na één dag?</i>	<i>Antistoffen na tien dagen?</i>
----------------------------------	---------------------------------------

- | | |
|-----------|---------|
| A groep 1 | groep 1 |
| B groep 1 | groep 2 |
| C groep 2 | groep 1 |
| D groep 2 | groep 2 |
- 3 Van twee kinderen wordt nagegaan of ze alle DKTP- en BMR-vaccinaties hebben gekregen. Astrid heeft alle DKTP- en BMR-vaccinaties gekregen. Karin heeft alleen DKTP-vaccinaties gekregen, geen BMR-vaccinaties. Welk van beide kinderen heeft de grootste kans een ziekte als waterpokken te krijgen? Of maakt dit geen verschil?
- A Astrid.
 - B Karin.
 - C Dit maakt geen verschil.

Lees de context 'Wereldreis' in afbeelding 36 en bekijk afbeelding 37. Vraag 4 tot en met 6 gaan over beide afbeeldingen.

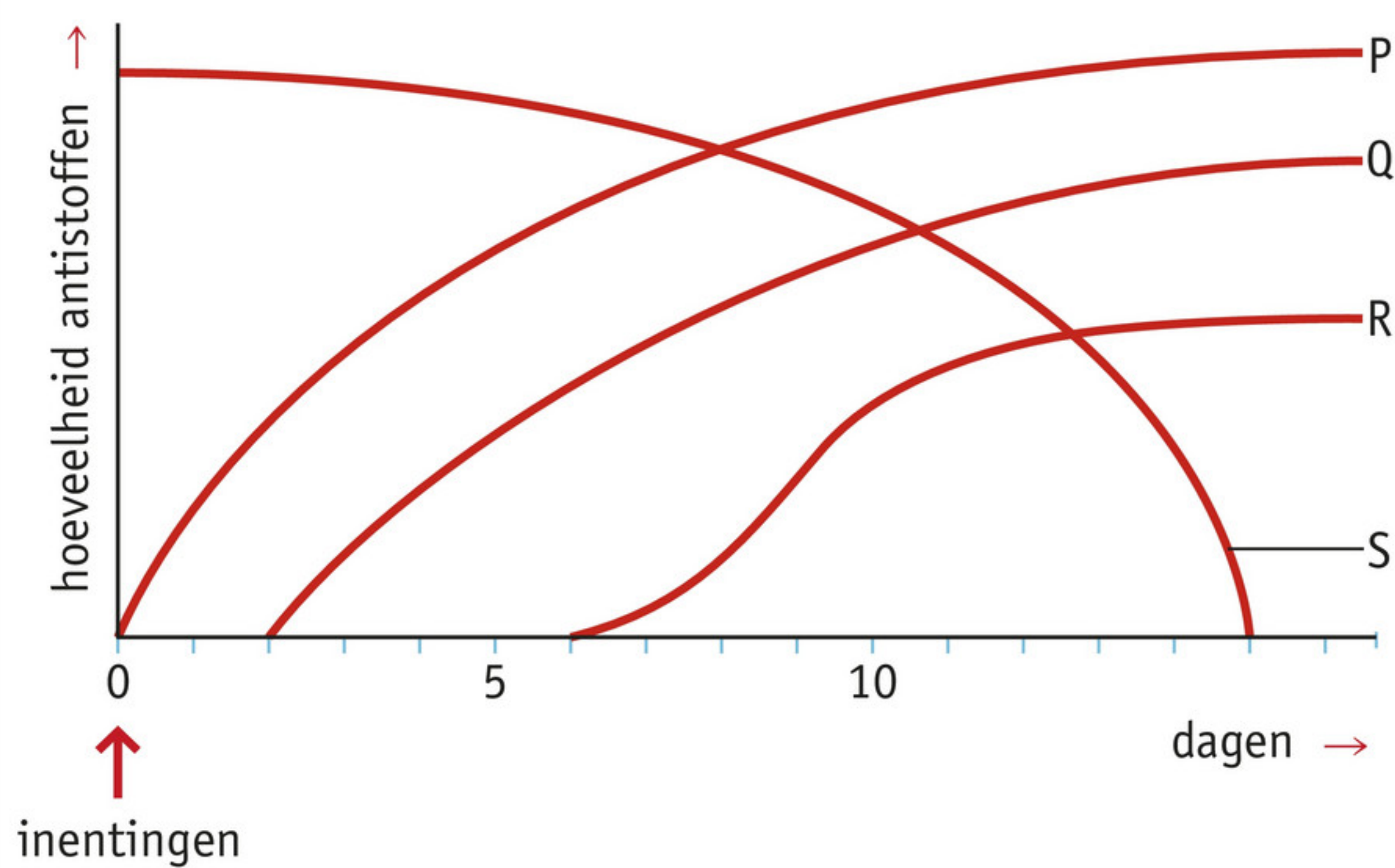
▼ Afb. 36

Wereldreis

Vera heeft net haar mbo-studie toegepaste biologie afgerond. Ze heeft grote plannen. 'Ik ben net begonnen met een wereldreis en ga vrijwilligerswerk doen in verschillende werelddelen. Als eerste werk ik drie maanden bij een natuurbeschermingsorganisatie in Madagaskar. Ik kan daar te maken krijgen met honden, katten, halfapen en vleermuizen. Die bijten, krabben en likken weleens. Je kunt dan besmet raken met difterie, tetanus en hondsdolheid. Voor dit land worden daarom reisvaccinaties tegen deze ziekten geadviseerd. Als kind heb ik wel DKTP-vaccinaties gehad, maar dat is lang geleden. Je bent dan nog een beetje immuun, maar het duurt dan een paar dagen voordat je lichaam antistoffen maakt tegen bijvoorbeeld difterie en tetanus. Ondertussen kun je ziek worden. Met een DTP-reisvaccinatie ben je weer goed beschermd tegen difterie, tetanus en polio. Die prik heb ik al gehaald. Een vaccinatie tegen hondsdolheid wordt in mijn situatie ook geadviseerd. Ik weet niet of ik dat doe. Je kunt als je gebeten wordt altijd nog een prik met serum halen tegen hondsdolheid. Ik ga uitzoeken of ik me nog laat vaccineren tegen hondsdolheid.



▼ Afb. 37



- 4 In afbeelding 37 is de hoeveelheid antistof in het bloed weergegeven na verschillende inenting. Welke lijn geeft de hoeveelheid antistoffen tegen DKTP weer na de eerste DKTP-vaccinatie die Vera als baby kreeg?
- A Lijn P.
B Lijn Q.
C Lijn R.
D Lijn S.
- 5 Welke lijn geeft de hoeveelheid antistoffen tegen DTP weer na de DTP-reisvaccinatie die Vera kort geleden kreeg?
- A Lijn P.
B Lijn Q.
C Lijn R.
D Lijn S.
- 6 Vera heeft het over een prik met serum tegen hondsdolheid. Stel, Vera wordt gebeten door een hondsdol dier en gaat deze prik halen. Welke lijn geeft dan de hoeveelheid antistoffen tegen hondsdolheid weer in het bloed van Vera?
- A Lijn P.
B Lijn Q.
C Lijn R.
D Lijn S.

DOELSTELLING 7 BASISSTOF 6

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Bij een afstotingsreactie maakt het lichaam antistoffen tegen antigenen op het lichaamsvreemde weefsel of orgaan.

Hierna staan twee transplantaties beschreven.
Transplantatie 1: een muis van een bepaald ras heeft een stukje donorhuid gekregen van een muis die behoort tot een ander ras.

Transplantatie 2: van een mens zijn kraakbeencellen afgenomen en gekweekt in de vorm van een oor. Daarna is dit 'oor' onder de huid van een muis geïmplantéerd (zie afbeelding 38).

- 2 Op grond van deze informatie is de kans op afstotingsreacties het grootst bij transplantatie 1.

▼ Afb. 38 Oortransplantatie.



- 3 Bij auto-immuunziekten worden antistoffen gevormd tegen donorweefsel of tegen een donororgaan.
4 Door een transplantatie wordt gemakkelijk een auto-immuunziekte opgewekt.

DOELSTELLING 8 BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In tabel 2 staan de bloedgroepen van vier personen.

▼ Tabel 2 Bloedgroepen.

Naam	Bloedgroep	Resusfactor
Ans	AB	positief
Bert	0	positief
Cynthia	A	positief
Dwight	A	positief

Dwight heeft een bloedtransfusie nodig. Van wie kan Dwight rode bloedcellen toegediend krijgen zonder gevaar voor klontering?

- A Alleen van Ans.
B Alleen van Bert.
C Alleen van Cynthia.
D Van Ans en van Bert.
E Van Ans en van Cynthia.
F Van Bert en van Cynthia.

- 2 Bij een zwangere vrouw worden cellen van de ongeboren baby weggenomen voor onderzoek. Daarbij komt wat bloed van de baby terecht in het bloed van de moeder. Als gevolg hiervan gaat het lichaam van de moeder antiresus maken. Is de moeder resusnegatief of is ze resuspositief? En is de ongeboren baby resusnegatief of is die resuspositief?
- A Beiden zijn resusnegatief.
 - B Beiden zijn resuspositief.
 - C De moeder is resusnegatief, haar baby resuspositief.
 - D De moeder is resuspositief, haar baby resusnegatief.
- 3 Met één nier kun je leven. Wanneer beide nieren niet goed werken, wordt soms een niertransplantatie uitgevoerd. In het lichaam van een nierpatiënt wordt dan een gezonde nier geplaatst van iemand anders, de donor. Omdat er weinig donornieren beschikbaar zijn, biedt de partner of een familielid van een

nierpatiënt soms aan om een nier af te staan voor transplantatie.

Transplantatie is alleen mogelijk als het bloed van de ontvanger géén antistoffen bevat tegen bloedgroepantigenen van de donor.

Anne is nierpatiënt. Haar man Joris biedt zich als nierdonor voor Anne aan.

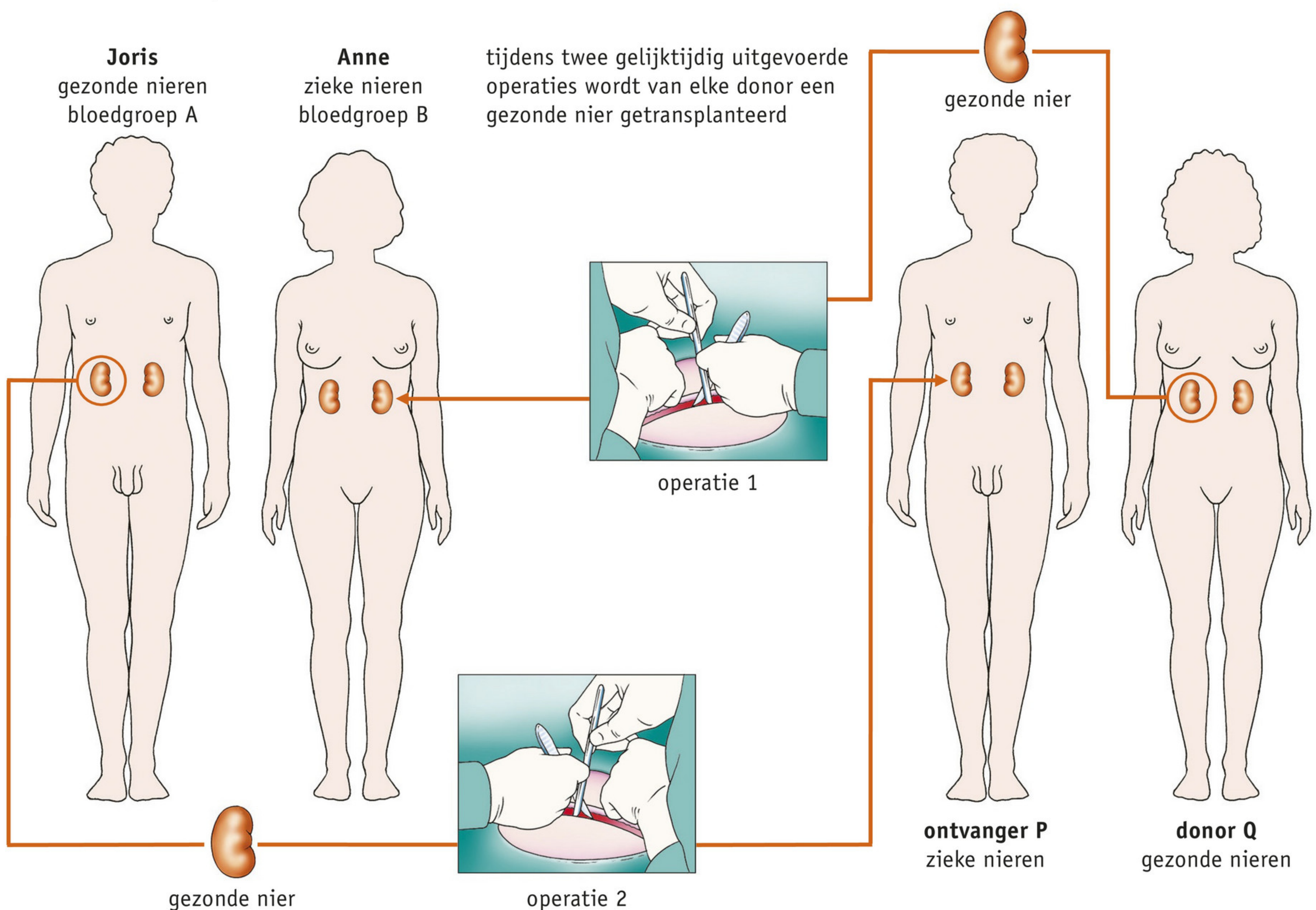
Anne heeft bloedgroep B en Joris bloedgroep A.

Gelet op de bloedgroepen is Joris geen geschikte donor voor Anne.

Wat is hiervoor de reden?

- A Het bloed van Anne bevat anti-A.
 - B Het bloed van Anne bevat anti-B.
 - C Het bloed van Anne bevat antigeen A.
 - D Het bloed van Anne bevat antigeen B.
- 4 Sinds kort past men in een Nederlands ziekenhuis zogenoemde 'ruiltransplantaties' toe. Men overweegt voor Anne en Joris zo'n transplantatie met een ander stel. Van elk stel (een getrouwd paar, vrienden of familieleden) heeft de één zieke nieren en de ander gezonde nieren (zie afbeelding 39).

▼ Afb. 39 Ruiltransplantatie.



Gelet op de weefseltypen komen drie paren voor een ruiltransplantatie met Joris en Anne in aanmerking. In tabel 3 staan de bloedgroepen van deze drie paren vermeld.

▼ **Tabel 3** Bloedgroepen.

	Ontvanger P	Donor Q
Paar 1	bloedgroep A	bloedgroep B
Paar 2	bloedgroep B	bloedgroep A
Paar 3	bloedgroep 0	bloedgroep AB

Als gelet wordt op de bloedgroepen, welk paar is dan geschikt om met Joris en Anne een ruiltransplantatie te ondergaan?

- A Paar 1.
- B Paar 2.
- C Paar 3.

- 5 Jasmijn is nierpatiënt en komt in aanmerking voor een niertransplantatie. Ze heeft bloedgroep 0. Door een nieuwe techniek kan zij ook van iemand met een andere bloedgroep een donornier ontvangen. Na de transplantatie moet Jasmijn dan medicijnen gebruiken die de afweer onderdrukken. Haar broer Mark heeft bloedgroep A en is haar nierdonor. Voordat de transplantatie wordt uitgevoerd, wordt het bloed van Jasmijn gefilterd. Welke antistoffen worden uit haar bloed verwijderd?
- A Alleen anti-A.
 - B Alleen anti-B.
 - C Anti-A en anti-B.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Informatie op waardeschaten: HPV-vaccinatie

In basisstof 5 heb je gelezen dat meisjes vanaf 12 jaar HPV-vaccinaties krijgen aangeboden tegen het virus dat baarmoederhalskanker kan veroorzaken. Maar lang niet alle meisjes doen dat (63% in 2015). Een oorzaak hiervan kan zijn dat op sociale media negatieve verhalen verschenen over de gevolgen van HPV-vaccinatie. In deze verrijkingstof ga je uitzoeken wat er van deze verhalen klopt.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 172

▼ Afb. 40

HPV-vaccinatie: wel of niet?



Lisa heeft zich niet laten vaccineren. 'Ik las dat je van een HPV-vaccinatie allerlei klachten kunt krijgen. Je zou bijvoorbeeld onvruchtbaar kunnen worden of langdurig moe. Anderen zeiden dat een HPV-vaccinatie wel goed is. Ik twijfelde eraan en heb besloten de HPV-vaccinatie niet te doen. Mijn ouders

zeiden ook dat nog niet alles bekend is en dat je niet weet wat de gevolgen op lange termijn zijn, bijvoorbeeld over 70 jaar. Daarom vond ik de HPV-vaccinatie gewoon eng. En een paar vriendinnen deden het ook niet. In het begin van de HPV-vaccinatie was het vrij normaal om je niet te laten vaccineren tegen HPV. Nu doen meer meisjes het wel.'



Lieke heeft zich wel laten vaccineren tegen HPV. 'Ik heb ook negatieve verhalen gelezen op internet over de HPV-vaccinatie. Van mijn ouders heb ik geleerd dat dit verhalen zijn van enkele meisjes na een HPV-vaccinatie. Iemand kan bijvoorbeeld drie dagen na een HPV-vaccinatie

ziek worden. Het meisje en hun ouders trekken dan de conclusie dat je ziek wordt van de HPV-vaccinatie. Maar er worden elke dag mensen ziek. Je kunt dus ook ziek worden vlak na een HPV-vaccinatie. Maar dat wil niet zeggen dat je zeker weet dat je ziek bent geworden van de HPV-vaccinatie. Mijn ouders zeiden dat je moet weten of bij een grote groep gevaccineerde meisjes meer ernstige klachten voorkomen dan bij een grote groep niet gevaccineerde meisjes. Uit onderzoek bleek dat dit niet zo was. Daarom leek het me veilig en heb ik de HPV-vaccinatie gedaan.'

2 Standpunt bepalen: orgaandonatie

Elke Nederlander die 18 jaar wordt, krijgt een donorverklaring toegestuurd. Daarmee kun je laten weten of je na je dood je organen wilt afstaan voor transplantatie. Jongeren zeggen vaker 'ja' tegen orgaandonatie vergeleken met de rest van Nederland.

Orgaandonatie kan veel levens redden. In Nederland is een tekort aan donororganen, zodat veel zieke mensen op de wachtlijst staan. In 2015 zijn 134 patiënten overleden terwijl ze op de wachtlijst stonden. Op 1 januari 2016 stonden er 984 mensen op de wachtlijst. Een nierpatiënt moet bijvoorbeeld gemiddeld vier jaar wachten op een nieuwe nier. De overheid voert regelmatig campagne om orgaandonoren te werven (zie afbeelding 41).

Er bestaan veel misverstanden over orgaandonatie. Sommige mensen zijn bang dat een arts een orgaandonor eerder laat doodgaan, om de organen te gebruiken voor een andere patiënt. Maar een behandelend arts weet helemaal niet of de organen geschikt zijn voor donatie. Dit wordt pas na het overlijden van een donor bekend. De arts van een eventuele donor heeft ook niets te maken met een mogelijke transplantatie en zal een patiënt daarom nooit eerder laten overlijden. Een arts doet er alles aan om het leven van zijn patiënten te redden, daarvoor heeft hij een eed afgelegd. Andere mensen denken dat je op je begrafenis niet meer toonbaar bent, maar na orgaandonatie is nooit te zien dat iemand zijn organen heeft gedoneerd. Na de operatie wordt de operatiewond netjes gehecht. Zichtbare lichaamsdelen worden niet aangetast.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 174

► **Afb. 41** Donorcampagne.

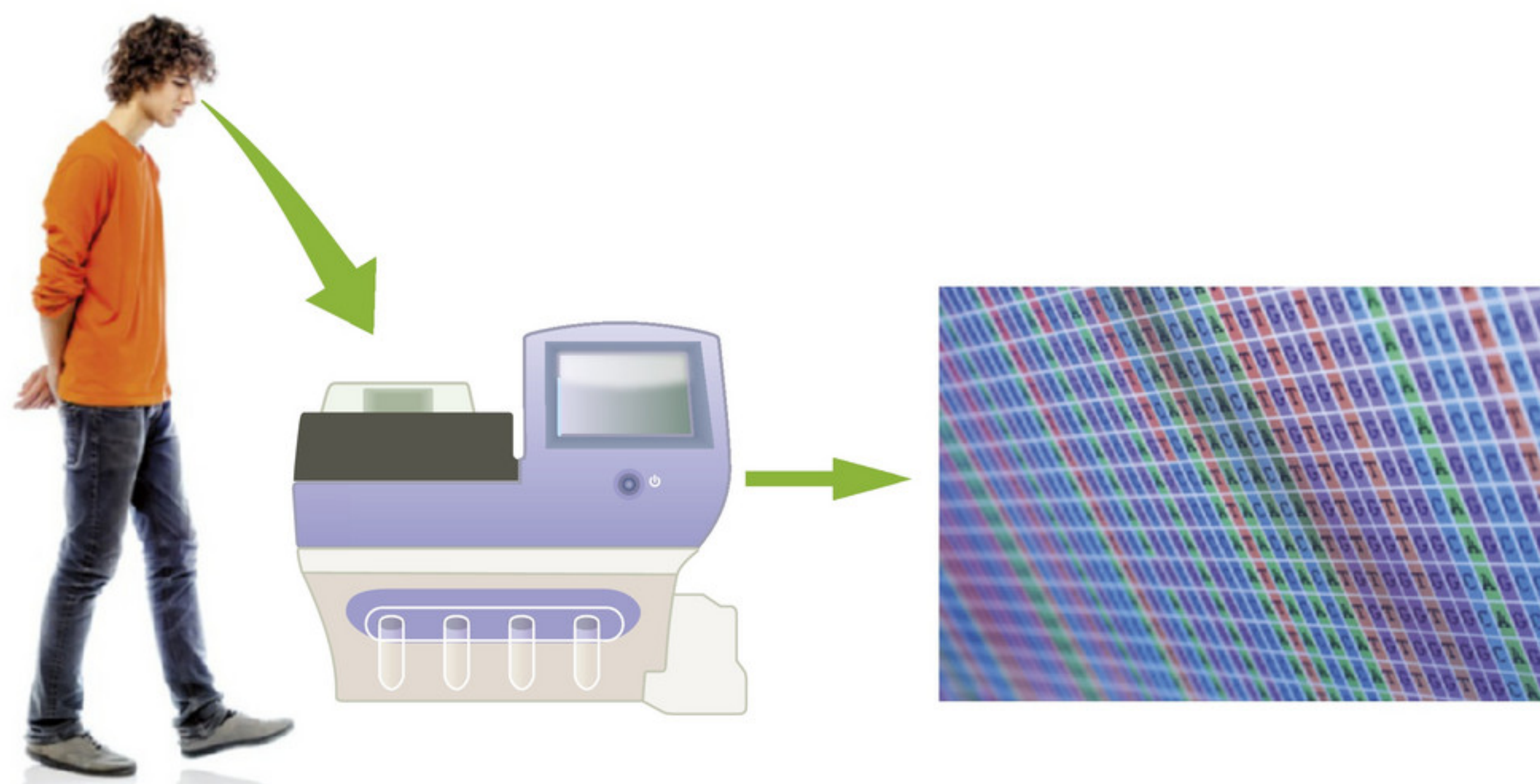


PLUSSTOF

3 Doelgerichte kankertherapie

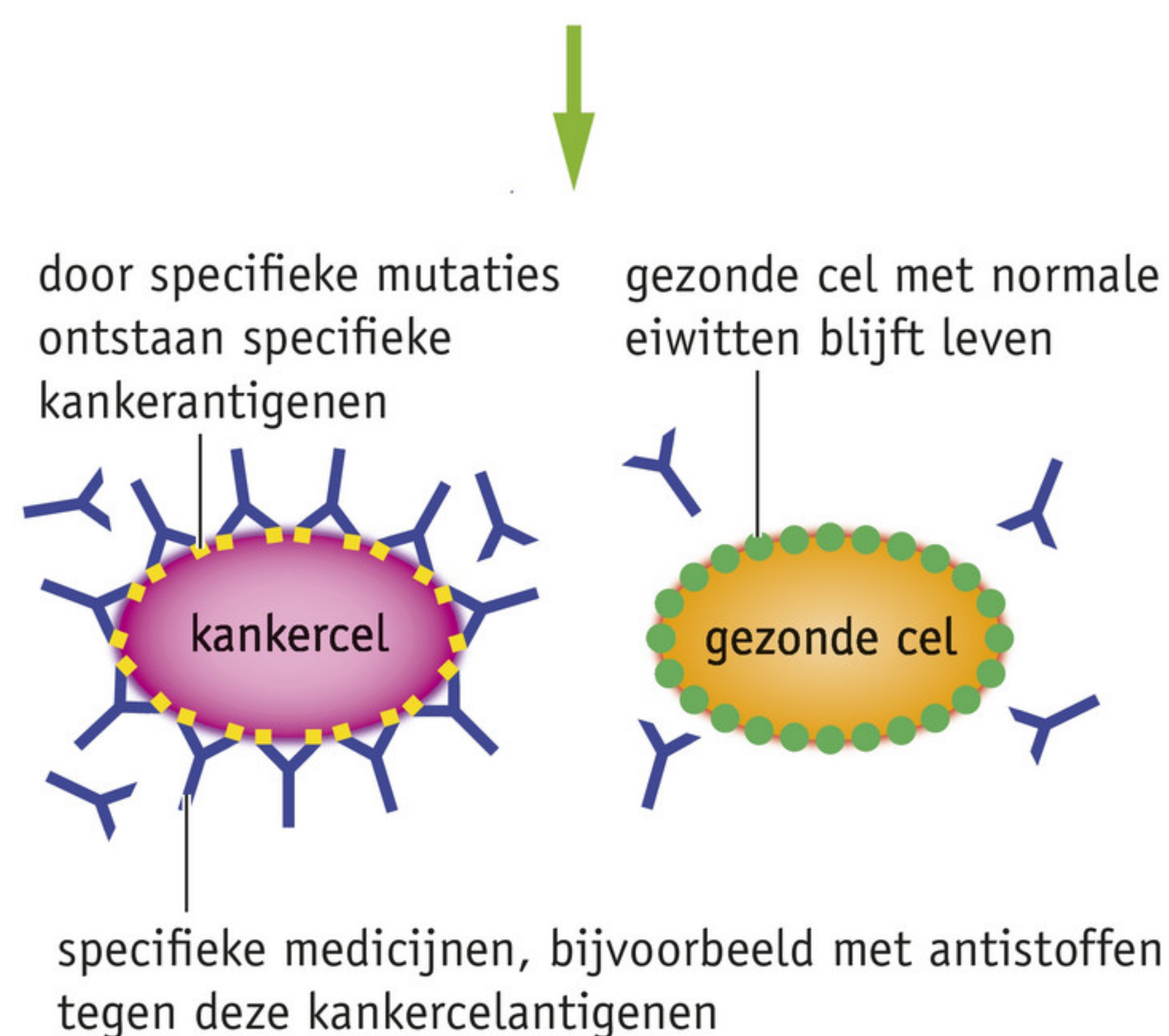
Er zijn steeds meer behandelingen tegen kanker. Een nieuwe therapie bestrijdt kankercellen doelgericht onder andere met antistoffen, bijvoorbeeld antistoffen tegen bepaalde vormen van borstkanker of leukemie. Het grote voordeel hiervan is dat de antistoffen alleen de kankercellen doden en de gezonde cellen laten leven (zie afbeelding 42).

► **Afb. 42** Doelgerichte kankertherapie.



1 gezond weefsel en kankerweefsel verzamelen

2 met DNA-onderzoek bepalen welke genen in het kankerweefsel zijn gemuteerd, daarna een behandeling kiezen die het best past bij deze mutatie(s)



3 specifieke medicijnen pakken alleen kankercellen aan: minder bijwerkingen ten opzichte van chemotherapie en de overlevingskans neemt toe

In deel 3 heb je geleerd dat de celdeling bij kankercellen veel sneller verloopt dan normaal. Door de ongeremde celdeling wordt de functie van organen verstoord. Daarom krijgen kankerpatiënten vaak chemotherapie. Door chemotherapie wordt de celdeling geremd van alle snel delende cellen. Niet alleen van kankercellen, maar ook van gezonde snel delende cellen. De snel delende cellen in bijvoorbeeld de haarzakjes van je hoofdhuid worden dan ook aangepakt door de chemotherapie, waardoor je kaal wordt. Deze bijwerkingen zijn bij doelgerichte kankertherapie veel minder.

Als één type gen aanstaat, kan één type eiwit worden gemaakt. Als dit gen uitstaat, kan het eiwit niet worden gemaakt. Als één type gen muteert (verandert), kan ook altijd maar één type eiwit veranderen in antigeeneiwit. Op lichaamscellen bevinden zich bepaalde eiwitten. Door een mutatie kunnen deze eiwitten op lichaamscellen ook veranderen in antigeeneiwit.

Bij kankercellen zijn de genen die betrokken zijn bij de celdeling, gemuteerd. Daardoor kunnen ook de eiwitten op de kankercellen veranderen in kankerantigenen. In dat geval is het de kunst een medicijn met een antistof te maken dat precies past op het veranderde kankerantigeen. De kankercel wordt dan uitgeschakeld.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 175

Examentrainer

DE ZIEKTE VAN WILSON

Bron: examen vmbo-gt 2016-2, vraag 5 en 6.

Je lichaam heeft een kleine hoeveelheid koper nodig. Dit koper neem je op uit je voedsel. De lever voert overtollig koper af naar de twaalfvingerige darm. Bij mensen met de ziekte van Wilson is de lever niet in staat het teveel aan koper uit te scheiden. Koper hoopt zich dan op in de lever en in andere delen van het lichaam en kan daar schade veroorzaken. Iemand met de ziekte van Wilson moet erop letten niet te veel koper op te nemen met het voedsel.

De ziekte van Wilson kan schade aan de lever en aan de nieren tot gevolg hebben. Als je let op de hierboven genoemde taak van de lever, kun je de lever tot hetzelfde orgaanstelsel rekenen als de nieren.

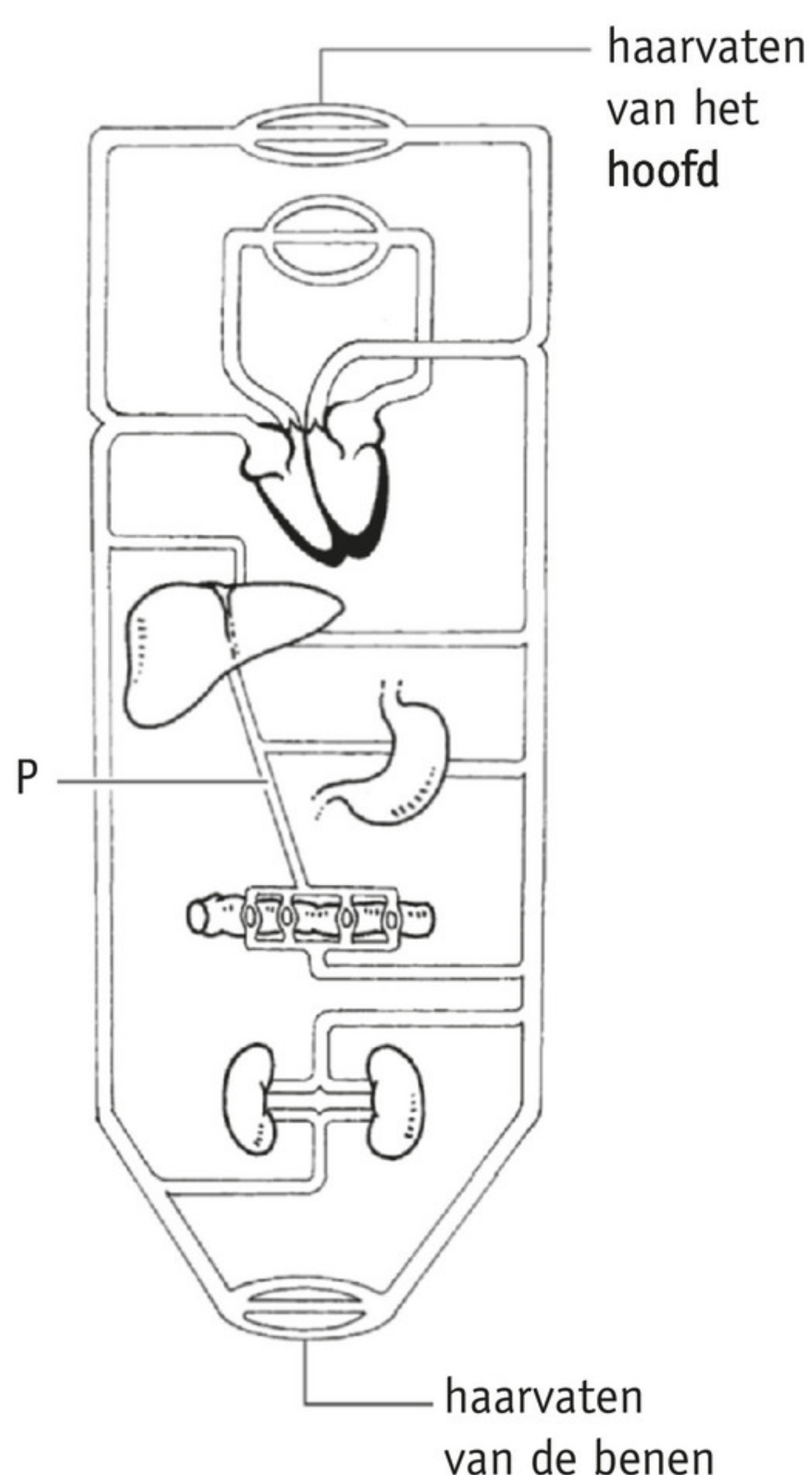
1p **1** Wat is de taak van dit orgaanstelsel?

Het bloed neemt koper op uit het voedsel en vervoert het naar de lever. Het bloedvat dat bloed vanuit de darmen naar de lever vervoert, is in afbeelding 43 aangegeven met de letter P.

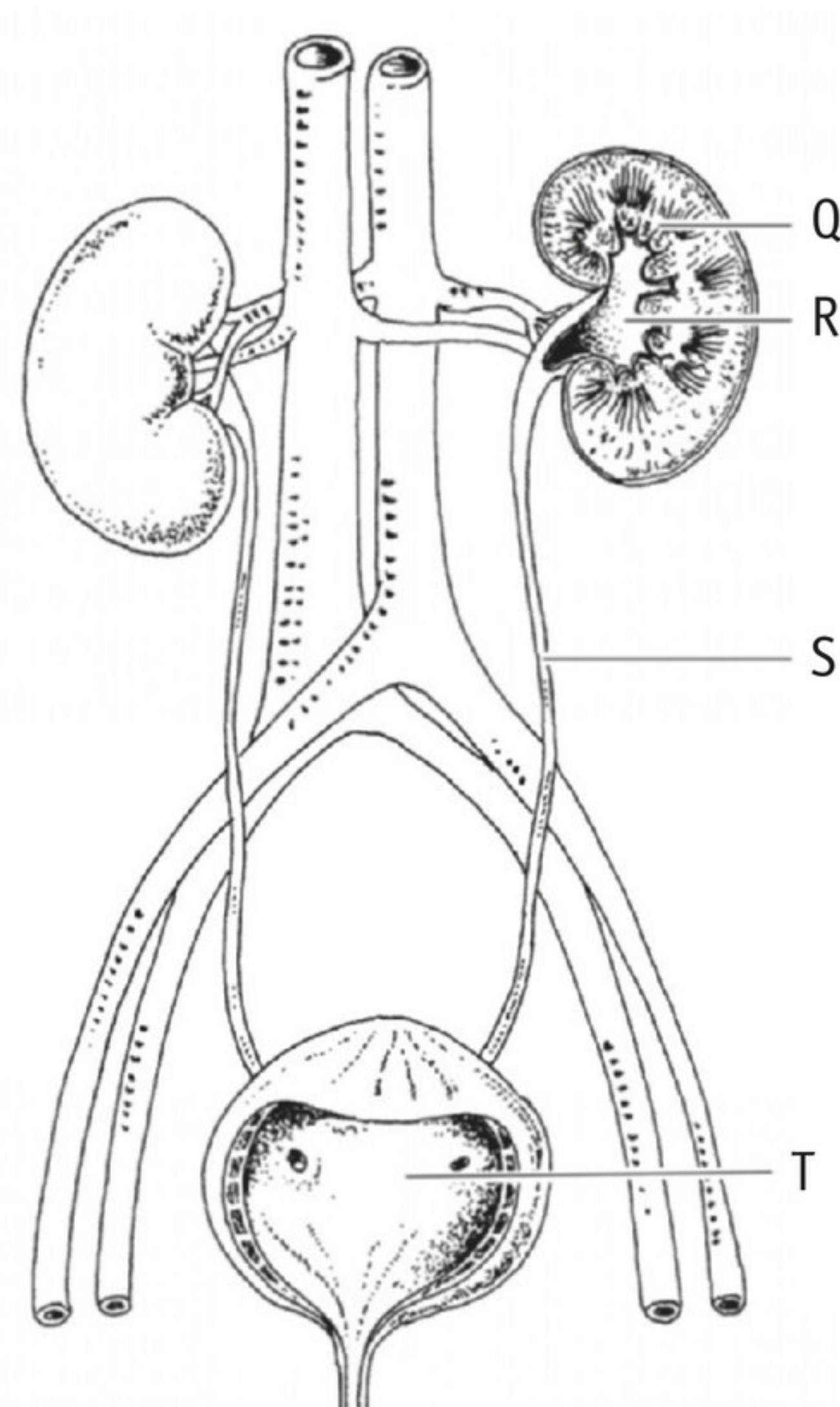
1p **2** Hoe heet dit bloedvat?

- A Darmslagader.
- B Leverader.
- C Leverslagader.
- D Poortader.

▼ Afb. 43



▼ Afb. 44



DE PIJPBLOEM

Naar: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 25.

Stoffen uit de pijpbloem werden vroeger gebruikt als middel tegen allerlei kwalen. Het gebruik van die stoffen is tegenwoordig verboden, omdat ze zeer giftig zijn. Ze kunnen onherstelbare schade toebrengen aan het orgaanstelsel van afbeelding 44. Door die schade kunnen afvalstoffen niet goed uit het bloed worden verwijderd.

1p **3** Welke letter in afbeelding 44 geeft een deel aan waarin afvalstoffen uit het bloed worden verwijderd?

- A Letter Q.
- B Letter R.
- C Letter S.
- D Letter T.

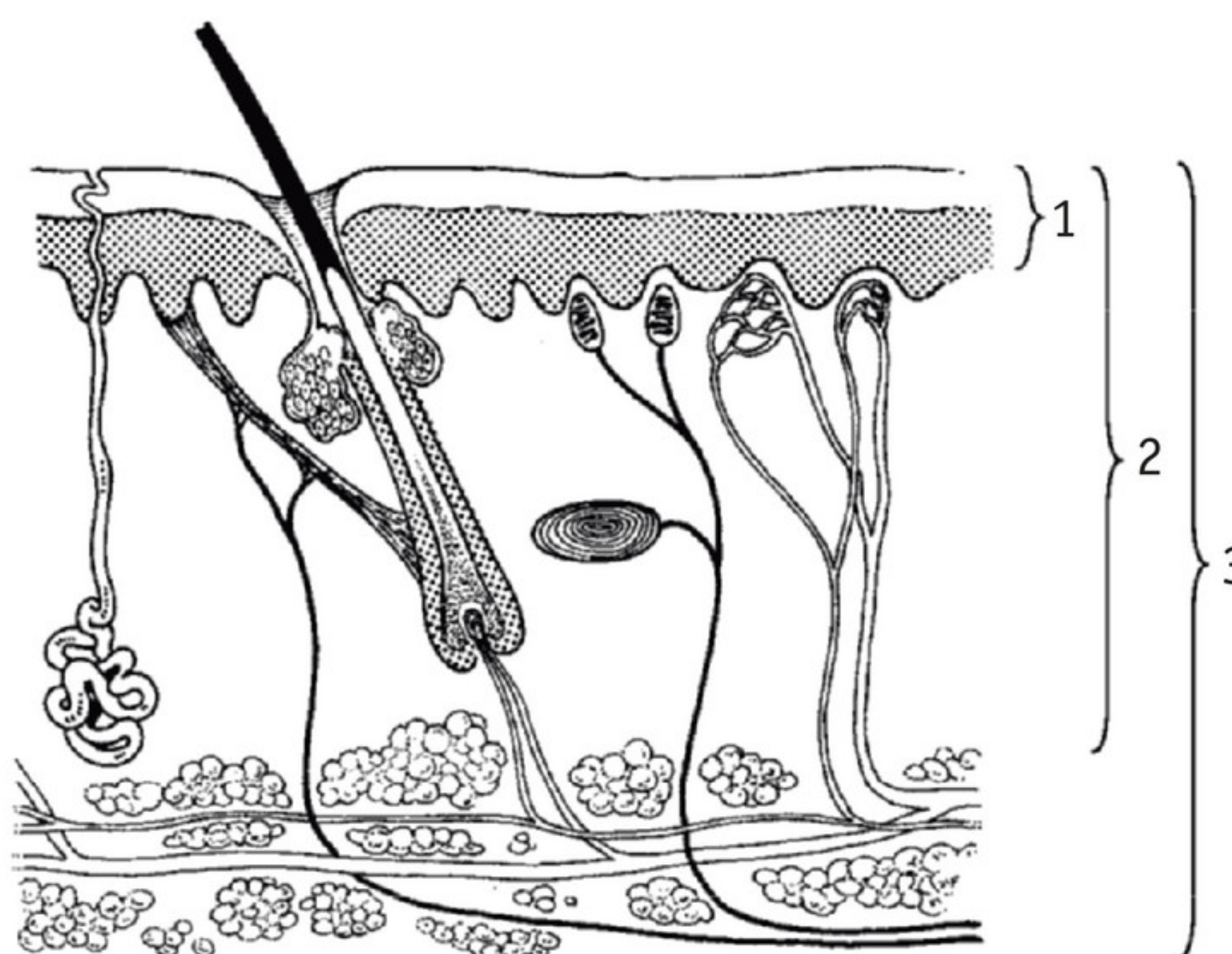
BRANDWONDEN

Bron: examen vmbo-gt 2014-2, vraag 1.

Brandwonden ontstaan bijvoorbeeld door heet water, door vuur of door zon. Ze worden ingedeeld naar de ernst van de verwonding (zie afbeelding 45).

2p **4** Hoe heten de twee lagen van de opperhuid die volgens de afbeelding zijn aangetast bij een eerstegraadsverbranding?

▼ Afb. 45 Doorsnede huid bij verbranding (schematisch).



Legenda:

- 1 = aangetast bij eerstegraadsverbranding
- 2 = aangetast bij tweedegraadsverbranding
- 3 = aangetast bij derdegraadsverbranding

EEN NIERTRANSPLANTATIE

Bron: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 9.

Voorafgaand aan een niertransplantatie wordt bepaald of de bloedgroepen van ontvanger en donor bij elkaar passen. Dit is het geval als de ontvanger geen antistoffen maakt tegen de rode bloedcellen van de donor. Ada komt in aanmerking voor een niertransplantatie. Van drie personen is een donornier beschikbaar (zie tabel 4).

▼ **Tabel 4** Geschikte donoren.

Donor	Bloedgroep
Gerard	A resuspositief
Ingrid	AB resuspositief
Jan	0 resusnegatief

De bloedgroep van Ada is A resuspositief.

- 1p **5** Welke nier is of welke nieren zijn geschikt als donornier voor Ada gelet op de bloedgroepen?
- A Alleen die van Gerard.
 - B Alleen die van Ingrid.
 - C Alleen die van Jan.
 - D Die van Gerard en die van Ingrid.
 - E Die van Gerard en die van Jan.
 - F Die van Ingrid en die van Jan.

BLOEDGROEPEN BIJ KATTEN

Naar: examen vmbo-gt 2013-2, vraag 37, 38 en 39.

Bij bepaalde kattenrassen komen twee verschillende bloedgroepen voor: bloedgroep A en bloedgroep B.

Het gen voor bloedgroep A is dominant (R), dat voor bloedgroep B is recessief (r).

- 1p **6** Wat is de bloedgroep van een kat die heterozygoot is voor deze eigenschap?

Een poes van dit ras met bloedgroep A krijgt jongen van een kater met bloedgroep B.

In het nest zijn drie katjes met bloedgroep A en twee katjes met bloedgroep B.

- 1p **7** Wat is het genotype van de moederpoes?
- A RR.
 - B Rr.
 - C rr.

Katten met bloedgroep B hebben veel anti-A in hun bloed. Katten met bloedgroep A daarentegen hebben maar weinig anti-B.

Anti-A zit ook in de eerste moedermelk van een poes met bloedgroep B. Als jonge katjes deze melk drinken, komt anti-A via de darmwand in hun bloed terecht. Dit kan sterfte van katjes veroorzaken. Dit verschijnsel wordt FNI genoemd.

Een poes met bloedgroep B krijgt jonge katjes. Alle katjes sterven door FNI.

- 1p **8** Welke bloedgroep hadden deze jonge katjes: bloedgroep A of bloedgroep B? Leg je antwoord uit.

Plusvraag

TOCH NIET ZIEK MET HIV

Naar: examen havo 2008-2, vraag 20 en 21.

Sommige mensen hebben door hun gedrag een groot risico om besmet te worden met hiv. Dit virus verspreidt zich via bloedcellen die betrokken zijn bij de afweer. Deze cellen worden geïnfecteerd met het hiv en gaan na de voortplanting van het hiv-virus dood, waardoor de afweer van seropositieve mensen verzwakt.

Een persoon is seropositief en in zijn bloed bevinden zich hiv-DNA en antistoffen tegen hiv.

- 1p **9** In welk bestanddeel van het bloed bevindt zich het hiv-DNA en in welk bestanddeel de antistoffen?
- | | Hiv-DNA | Antistoffen |
|---|-------------------|-------------------|
| A | rode bloedcellen | bloedplasma |
| B | witte bloedcellen | bloedplasma |
| C | rode bloedcellen | witte bloedcellen |
| D | witte bloedcellen | rode bloedcellen |

Veel virussen maken wel ziek, maar worden op den duur door het lichaam met succes bestreden. Het organisme is daarna in de meeste gevallen immuun voor het virus.

- 2p **10** Beschrijf op welke wijze een besmetting met deze virussen leidt tot immuniteit.

- A**
- A, bloedfactor 143
 - aanhangsel, wormvormig 28
 - actieve immunisatie 141
 - ademcentrum 80
 - ademhalen 55
 - ader, bovenste holle 94
 - ader, onderste holle 94
 - aders 99
 - afstotingsreacties 143
 - afvalstoffen 133
 - allergie 65
 - allergische reacties 65
 - alleseters 30
 - alvleesklier 26
 - alvleessap 26
 - antigenen 140
 - anti-A 144
 - anti-B 144
 - antiresus 145
 - antistoffen 140
 - anus 28
 - aorta 94
 - astma 62
 - auto-immuunziekte 143
- B**
- B, bloedfactor 143
 - beschermende stoffen 13
 - bewegingen, peristaltische 23
 - bindweefsel, onderhuidse 137
 - blindedarm 28
 - bloedcellen, rode 87
 - bloedcellen, witte 89
 - bloeddruk 98
 - bloeddruk, hoge 102
 - bloeddruk, lage 102
 - bloedfactor A 143
 - bloedfactor B 143
 - bloedfactoren 143
 - bloedgroep 143
 - bloedplaatjes 90
 - bloedplasma 87
 - bloedsomloop 92
 - bloedsomloop, dubbele 93
 - bloedsomloop, grote 93
 - bloedsomloop, kleine 93
 - bloedtransfusie 144
 - bloedvatenstelsel 92
 - boezem 93
 - borstademhaling 60
 - bovenste holle ader 94
 - bronchiën 57
 - bronchitis, chronische 63
 - buikademhaling 61
- C**
- cellen, slijmproducerende 55
 - cement 29
 - chronische bronchitis 63
 - conserveermiddelen 11
 - conserveermiddelen, kunstmatige 12
 - conserveermiddelen, natuurlijke 11
 - conserveren 10
 - COPD 63
- D**
- darm, dikke 28
 - darm, dunne 27
 - darm, twaalfvingerige 26
 - darmplooiën 27
 - darmperistaltiek 23
 - darmsap 27
 - darmsapklieren 27
 - darmvlokken 27
 - diarree 28
 - dikke darm 28
 - donor 143
 - dubbele bloedsomloop 93
 - dunne darm 27
- E**
- eelt 137
 - emulgeren 26
 - endeldarm 28
 - enzymactiviteit 10
 - enzymen 8
- G**
- gal 26
 - galblaas 26
 - galbuis 26, 133
 - gaswisseling 55
 - geurstoffen 12
 - gifstoffen 133
 - glazuur 29
 - glycogeen 133
 - grondstofwisseling 19
 - grote bloedsomloop 93
- H**
- haarspiertjes 137
 - haarvaten 98
 - haartzakje 137
 - halvemaanvormige kleppen 96
 - haren 137
 - hartaanval 104
 - hartinfarct 104
 - hartkleppen 95
 - hartritmestoornis 105
 - hartritme 104
 - hartslagfrequentie 104
 - hemoglobine 87
 - hepatitis 133
 - hoge bloeddruk 102
 - hooikoorts 64
 - hoornlaag 136
 - huig 25, 56
 - hyperventilatie 81
- I**
- immunisatie, actieve 141
 - immunisatie, passieve 142
 - immunitet 141
 - immunitet, kunstmatige 141
 - immunitet, natuurlijke 141
 - immuun 141
 - indicatoren 17
 - infectie 139
 - inwendige milieu 130
- J**
- joodoplossing 17
- K**
- kamer 93
 - kcal 19
 - keelholte 25, 56
 - kiemlaag 136
 - kieuwen 67
 - kilocalorie 19
 - kleine bloedsomloop 93
 - kleppen, halvemaanvormige 96
 - kleurstoffen 12
 - knipkiezen 30
 - knobbelkiezen 30
 - koorts 139
 - kraakbeenringen 56
 - kransaders 93
 - kransslagaders 93
 - kringspieren 23
 - kroon 29
 - kunstmatige conserveermiddelen 12
 - kunstmatige immunitet 141

- L**
- lage bloeddruk 102
- lengtespieren 23
- leukemie 90
- lever 26
- leverader 101, 133
- leverslagader 101, 133
- lichaamsvreemde stoffen 139
- linkerboezem 94
- linkerkamer 94
- longaders 94
- longblaasjes 57
- longemfyseem 63
- longen 55
- longhaarvaten 57
- longslagader 94
- luchtpijp 56
- luchtpijptakjes 57
- lymfeknopen 108
- lymfevaten 107
- lymfevatenstelsel 106
- M**
- maag 25
- maagportier 25
- maagsap 26
- maagsapklieren 26
- maagzuur 26
- middenrifspieren 61
- milieu, inwendige 130
- milieu, uitwendige 130
- mondholte 24, 56
- N**
- natuurlijke conserveermiddelen 11
- natuurlijke immuniteit 141
- neusharen 55
- neusholte 55
- neusslijmvlies 55
- nieraders 134
- nierbekkens 134
- nieren 134
- niermerg 134
- nierschors 134
- nierslagaders 134
- O**
- onderhuidse bindweefsel 137
- onderste holle ader 94
- onverzadigde vetten 15
- opname 130
- opperhuid 136
- oppervlaktevergroting 24
- optimumkromme 10
- optimumtemperatuur 10
- P**
- passieve immunisatie 142
- peristaltische bewegingen 23
- pH 10
- pigment 137
- pijnpunten 137
- pijnzintuigen 137
- planteneters 29
- plooikiezen 30
- poortader 27, 101, 133
- R**
- reacties, allergische 65
- rechterboezem 94
- rechterkamer 94
- resusfactor 145
- resuskind 146
- resusnegatief 145
- resuspositief 145
- rode bloedcellen 87
- S**
- serum (sera) 142
- slagaders 98
- slijmproducerende cellen 55
- slokdarm 25
- smaakstoffen 12
- specifiek 140
- speeksel 24
- speekselklieren 24
- stigma's 68
- stoffen, beschermende 13
- stoffen, lichaamsvreemde 139
- strotklepje 25, 56
- T**
- talg 137
- talgklieren 136
- tandbederf 32
- tandbeen 29
- tanderosie 32
- tandholte 29
- tandplak 32
- tandvlees 29
- tracheeën 68
- transplantatie 143
- trilharen 55
- tuberculose 139
- tussenribspieren 60
- twaaalfvingerige darm 26
- U**
- uitscheiden 131
- uitwendige milieu 130
- ureum 133
- urine 134
- urineblaas 134
- urinebuis 134
- urineleiders 134
- V**
- vaccinatie 141
- ventilatie 59
- vertering 22
- verteringsklieren 23
- verteringssappen 23
- verwantschapsstudie 144
- verzadigde vetten 15
- vetcellen 137
- vetten, onverzadigde 15
- vetten, verzadigde 15
- vleeseters 30
- voedingsmiddelen 13
- voedingsstoffen 13
- voedingsvezels 13
- W**
- warmteafgifte 138
- warmteproductie 138
- weefselvloeistof 106, 130
- witte bloedcellen 89
- wormvormig aanhangsel 28
- wortels 29
- Z**
- zuurgraad 10
- zweet 138
- zweetkanaaltjes 137
- zweetklieren 137

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Tom Tahey

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 4: 10, 23, 41, 65, 69, 71.1, 71.2, 71.3; thema 5: 16, 17, 24, 45; thema 6: 4, 14, 23, 36, 57; thema 7: 21, 33, 35.1, 35.2, 40 r; ANP Photo, Rijswijk: thema 4: 67; thema 7: 38; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 4: 1 b; thema 5: 21; thema 6: 1, 9, 13, 35; thema 7: 14.1, 24.2, 24.3; Teun Berserik, Den Haag: thema 4: 21; Buiten-beeld, Nijkerk: thema 4: 66; Carolina Biological Supply Company / Phototake: thema 6: 7; Studio-CVR Corina van Riel: thema 6: 54; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 4: 2 l, 30, 43.2 l, 55, 72, 75; thema 5: 19, 35, 37, 38, 39, 41, 48; thema 6: 8, 30, 59; thema 7: 8, 16, 19, 34, 37, 42.3; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 6: 50; Fotosearch: thema 5: 23.2; Getty Images: thema 5: 28, 43.2; thema 6: 63; thema 7: 3, 36; Hans-Werner Hermann: thema 7: 20; Hollandse Hoogte, Den Haag: thema 4: 73; thema 5: 14, 47; thema 6: 6, 27; thema 7: 17, 18; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 23.1, 44; thema 6: 22, 25, 44, 51, 56, 61, 62; thema 7: 23; iStockphoto: thema 5: 43.1, 43.3; thema 7: 1; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 4: 33, 37, 43.1, 58.1, 59, 76; thema 5: 1 r, 6, 34; thema 6: 5, 15, 24, 26, 32, 38; thema 7: 29; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 4: 1 o, 2 r, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 27, 50, 51, 52, 54, 56, 70, 71.4, 71.5; thema 5: 4.1, 7.2; Nationale Beeldbank, Rotterdam: thema 6: 31; Nederlandse Transplantatie Stichting www.transplantatiestichting.nl: thema 7: 41; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 6: 50; Phototake: thema 6: 10; Picture-Alliance, Frankfurt: thema 6: 43, 52; Henk Schuurmans, Heusden: thema 4: 3; Shutterstock: thema 4: 42, 53; thema 5: 7.1, 15, 22, 29.1, 29.2; thema 6: 60; thema 7: 14.2,

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

42.1, 42.2; Thinkstock: thema 7: 40 l; Uit Examen: thema 4: 58.2, 74; thema 6: 65, 66, 67, 68, 69; thema 7: 43, 44; Henk van de Vrande: thema 4: 4.2, 29, 31, 35, 36, 61, 62; thema 5: 4.2, 5, 13, 27.2; thema 6: 16; thema 7: 2, 10, 22, 24.1, 27, 30, 39; Voedingscentrum, Den Haag: thema 4: 19, 22, 47

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: kleinklauwotter (*Aonyx cinereus*) speelt met een steentje, Corbis

thema 4: oogst van zomerappels (Delcorf) bij fruitteler Anton van Veendaal in Buren (Gelderland), Hollandse Hoogte, Den Haag

thema 5: witte axolotl (*Ambystoma mexicanum*) in een aquarium, Getty Images

thema 6: hardloopster, Shutterstock

thema 7: zwemmen in de Noordzee bij Terschelling, Buiten-beeld, Nijkerk

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 94 020 2974 1

Zevende editie, vierde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Tom Tahey

ISBN 978 94 020 2974 1



9 789402 029741

562613

MALMBERG